

## RESUMEN

En la avícola “Vabrului”, localizada en el Km. 1 ½ de la vía Quevedo-Ventanas se llevó a cabo la investigación:

Metionina Orgánica en reemplazo a la DL-Metionina en pollos, para lo cual se utilizaron 3 tratamientos: T<sub>1</sub>: : DL-Metionina 100%, T<sub>2</sub>: : DL-Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% y T<sub>3</sub>: : Metionina Orgánica 100%, con 4 repeticiones respectivamente, bajo un Diseño Completamente al Azar, los datos fueron procesados utilizando el software SAS (8.2) (2001), para la separación de medias según Duncan (P < 0.05) Excel (2007) para el análisis de regresión.

Los mejores resultados obtenidos para las variables productivas fue con el T2: DL-Metionina 50% + Metionina Orgánica 50%, el peso vivo medido semanalmente 138,51; 396,73; 810,16; 1277,71; 1872,55 y 2513,59 g; ganancia de peso/semana 95,16; 258,22; 413,44; 467,55; 594,84 y 641,04 g; ganancia de peso/ día de 58,82 g y peso vivo final 2513,59 g; conversiones alimenticias de 0,72; 1,12; 1,30; 1,48; 1,56 y 1,65, demostrando eficiencia hasta los 42 días.

Además se demuestra que esta conversión alimenticia respondió a un modelo cuadrático relacionado significativamente (P < 0,01), el 77,32; 94,07 y 86,21 %, la conversión depende del periodo de manejo; además permitió registrar un beneficio costo de 1,54 y costo de producción de 1,22 USD/Kg.

Concluyéndose que la utilización de DL Metionina 100%, DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% registraron los mejores indicadores durante el ensayo al no evidenciar diferencias estadísticas.

Tomando en cuenta lo los resultados se recomienda investigar la relación existente entre los aminoácidos esenciales de origen orgánico en combinación con enzimas para determinar la eficiencia en otras especies de importancia zootécnica.

## ABSTRACT

In "Vabrului", poultry farm located at Km 1 ½ on Quevedo-Ventanas way, the research: Organic Methionine in replacement to the DL-Methionine in chickens was carried out, in which there treatments were used: T<sub>1</sub>: DL-Methionine 100%; T<sub>2</sub>: DL-Methionine 50% + Organic Methionine 50% and T<sub>3</sub>: Organic Methionine 100% with 4 repetition each, under a design completely at random, data were processed using SAS software (8.2) (2001) for ADEVA, for measure separation according to Duncan (P<0.05) and Excel (2007) for regression analysis.

Finding that T<sub>2</sub>: DL-Methionine 50% + Organic Methionine 50% allowed to register the best productive indicator; measured weekly, the net weight 138,51; 396,73; 810,16; 1277,71; 1872,55 and 2513,59 g; 95,16; 258,22; 413,44; 467,55; 594,84 and 641,04 g weekly weight gain; 58,82 g daily weight and final weight 2513,59 g; weekly food conversions of 0,72; 1,12; 1,30; 1,48; 1,56 and 1,65 demonstrating efficiency up to 42 days.

Moreover, it also demonstrates that this food conversion responded to a square model significantly related (P < 0.01), el 77,32; 94,07 y 86,21 % the vonversion respond on the handling period; its also allowed to record a benefit / cot of 1,54 and a production cost of 1,33 USD / Kg.

Concluding this way that the use of DL-Methionine 100%, DL-Methionine 50% + Organic Methionine 50% recorder the best indicators during fte test to not to revel statistical difference.

So it my be recommended investigating the relationship between essential aminoacids in combination with enzymes en order to determine efficiency in other species of zootechnical importance.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El sector avícola durante los últimos tiempos se ha convertido en uno de los principales motores que han venido impulsando la economía en Ecuador, su crecimiento ha sido vertiginoso tanto que hoy es una de las actividades pecuarias que más mano de obra junta, en ella confluyen: técnicos, operarios, administradores, transportistas, entre otros; es decir es fuente de empleo.

Orellana, J. (2012), reporta la avicultura es una actividad en pleno desarrollo en el país. Desde 1992, el consumo de carne de ave se incrementó en el Ecuador de 7,5 kilos por persona al año a 32 kilos hasta 2011, mientras que los huevos subieron de 32 unidades a 140, consumo per cápita en el mismo período.

Pack, M. (2003), actualmente se manejan técnicas sofisticadas para la valoración de las materias primas utilizadas en la alimentación animal, tal es el grado alcanzado que hoy formulamos raciones en relación a aminoácidos digestibles, lo cual vuelve más eficientes las producciones, de a poco se está abandonando la formulación en base a proteína bruta gracias a que contamos con aminoácidos sintéticos que corrigen las deficiencias de los productos utilizados en la alimentación.

Kalinowski, A. y otros (2005), la metionina es el aminoácido limitante en la producción de huevos y aves de carne en general, hasta ahora se ha venido de utilizar aminoácidos sintéticos (DL-Metionina) para cubrir la deficiencia de este nutriente en los alimentos, en la actualidad contamos con productos de origen orgánico, los mismos que reducen en alto grado el impacto ambiental haciendo que las producciones sean mucho más amigable con el planeta.

Waldroup, P (2002), la metionina de origen Orgánico constituye una importante fuente del aminoácido para la formulación de raciones en las diferentes etapas productivas de la actividad pecuaria, en tal virtud es imperante realizar las pruebas y ensayos correspondientes para obtener el aval funcional de los productos verdes.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

Orellana, J. (2012), la avicultura nacional representa en su totalidad el 14% del Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario de 2011, lo que corresponde a su vez a alrededor \$11 000 millones. Por ello, la importancia de cubrir la necesidad de materia prima para la elaboración de los balanceados.

El incremento poblacional y la apertura de las fronteras hacen que la producción avícola en nuestro país haya experimentado un incremento notable, además deberemos tomar en cuenta que la misma aporta productos que son fuente de proteína de alto valor biológico, razón por la cual buscamos insertar la mejor tecnología y los conocimientos más avanzados para así lograr los mejores rendimientos posibles tanto en volumen como en calidad.

La presente investigación toma en cuenta estudios especializados emprendidos por investigadores dedicados a la búsqueda permanente de nuevas variantes en la nutrición animal, las que están dirigidas a mejorar los parámetros zootécnicos, pero sobre todo pone especial énfasis en la utilización de productos de origen orgánico, sin que las recomendaciones y requerimientos nutricionales sufran ninguna alteración de vaya en desmedro de los parámetros hasta hoy cuantificados, se hace absolutamente necesario conocer y discutir las innovaciones que nos son presentadas, puesto que éstas se constituyen en la guía para llevar nuestras producciones a la eficiencia.

El propósito de la presente investigación fue es estudiar el comportamiento del pollo parrillero en cada una de las fases del ciclo productivo en relación a la utilización del aminoácido limitante metionina, en este ensayo basado en la utilización de una fuente sintética y una orgánica del citado aminoácido, con el único fin de contribuir a la investigación y la ciencia, además aportar con nuevas formas que sean alternativas reales y económicas para mantener e impulsar si fuera el caso la producción y las iniciativas empresariales que tanto necesita nuestra región a fin de emerger de manera sostenida hacia el anhelado desarrollo. Es así, que logramos probar que la metionina orgánica tuvo efectos positivos sobre parámetros productivos del pollo parrillero

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los parámetros productivos de pollos utilizando dos fuentes de metionina de distinto origen (sintético y orgánico), con formulación basada en proteína ideal.

#### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer los parámetros productivos en pollos de carne en la fase de inicio, desarrollo y engorde bajo la influencia de aminoácidos sintéticos (DL – Metionina) y su reemplazo por metionina de origen orgánico.
- Determinar el mejor nivel de sustitución del aminoácido sintético (DL – Metionina), siempre que este influya positivamente en el rendimiento productivo de los pollos carne.
- Determinar los costos de producción utilizando la metionina orgánica en la alimentación de pollos parrilleros.

### **IV. HIPÓTESIS**

H<sub>0</sub>. “La utilización de metionina orgánica en reemplazo de DL-Metionina en pollos no mejora los parámetros productivos en las etapas de inicio, desarrollo y engorde”.

H<sub>1</sub>: “La utilización de metionina orgánica en reemplazo a la DL-Metionina en pollos, mejora los parámetros productivos en las etapas de inicio, desarrollo y engorde”.

## **V. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. EVOLUCIÓN DE LA AVICULTURA**

#### **1. Avances de la avicultura en nuestro continente**

El progreso de la avicultura de carne en el siglo pasado ocurrió en función de los conocimientos adquiridos en las áreas de genética, nutrición, sanidad y de los procedimientos de crianza. En la genética, los logros siempre fueron bastante significativos, facilitados por el relativo corto espacio de tiempo entre una generación y otra.

Estos avances todavía continúan ocurriendo, desafiando la lógica de que no hay más espacio para mejorar la eficiencia de estos animales. La sanidad fue fundamental para este progreso pues la identificación de las enfermedades y los procedimientos para prevenirlas y curarlas garantizaron el aumento de las densidades de las crías, reduciendo los costos de producción.

La nutrición también evolucionó de manera significativa. Los conocimientos en esta área siempre fueron implementados por la industria avícola y colaboraron para el aumento de la eficiencia de la producción. Los procedimientos de crianza evolucionaron simultáneamente, dando condiciones a los animales para desarrollarse de acuerdo con el potencial disponible.

Estos mismos conocimientos fueron extrapolados para otras especies animales y, frecuentemente, fueron empleados en nutrición humana.

En la actualidad, un nutricionista tiene como principales responsabilidades la determinación de las exigencias de los animales en determinado ambiente y condiciones de manejo, la estimación adecuada del contenido y de la digestibilidad de los nutrientes de los ingredientes y la determinación de la forma ideal de uso del alimento o del sistema de alimentación para los diferentes tipos de aves producidas (Waldoup, 2002).

Larbier y Leclecq (1994), los principales avances en el área de nutrición de aves ocurrió en los Estados Unidos de América, debido a la profesionalización de esta actividad antes de 1945, cuando fue estructurada la avicultura en Europa.

Cuadro 1. PRINCIPALES AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA AVICULTURA

Año	Comentario
1909	Conocimiento de la existencia de "vitaminas" con efectos secundarios sobre la dieta; Descubierta de la vitamina A y su relación con el caroteno.
1910	Determinadas las exigencias de calcio y fosforo para productoras jóvenes y gallinas de postura.
1913	Distinción entre vitaminas hidro y liposolubles.
1916	Reconocimiento de la lisina como esencial para el crecimiento de pollos jóvenes.
1934	Concepto de la relación calcio: fósforo.
1936	Inicio del mejoramiento de la harina de soya y su uso en alimentación animal; Descubierta de treonina como ultimo aminoácido esencial; Deficiencia de manganeso como causador de la perosis.
1937	Uso de la harina de pescado.
1942	Primeras definiciones de requerimientos para aves
1944	Determinación de vitaminas a aminoácidos a través de técnicas microbiológicas; Primeras tablas NRC (National Research Council); Inicio de la alimentación peletizada.
1945	Comercialización de metionina sintética.
1947	Aparecimiento de los primeros coccidiostaticos; Formulación de dietas ricas en energía para pollos.
1950	Inicio del uso de antibióticos en la producción de aves.
1954	Uso generalizado de metionina sintética.
1958	Comercialización de lisina industrial; Uso generalizado del concepto de energía metabolizable en la producción de aves.
1968	Uso de programas lineales para formulación de dietas en

	computadores personales; Comercialización de matrices.
1970-80	Ecuaciones de predicción de requerimientos, Modelos de requerimientos para aves; Desarrollo de la digestibilidad verdadera en aves; Uso de la espectroscopia infrarroja para el rápido análisis de las materia primas.
1980-90	Comercialización de triptófano y treonina sintéticos.

---

Fuente: Larbier y Leclercq, (1994).

Uno de los principales motivos para el avance obtenido en este segmento de la producción animal fue la rápida difusión de las informaciones a partir de los años 50, Universidades Americanas invirtieron en investigación y las informaciones pasaron a ser difundidas por boletines de extensión y por revistas técnicas.

En 1942 fueron presentadas las primeras recomendaciones de requerimientos de pollos de engorde y, desde entonces, fueron actualizadas continuamente para acompañar la evolución genética obtenida desde entonces.

Con la introducción de la computación en la formulación de las dietas, en el análisis de desempeño y en la reducción de costos a través de los análisis rápidos de los datos obtenidos, la actividad avícola ha alcanzado límites de sofisticación nunca antes imaginados.

## **2. Evolución de la avicultura en Ecuador**

Almeida, P. (2002) indica que, la avicultura en el Ecuador comienza en la década de los años 50. Esta industria se inicia debido a que familias progresistas de la provincia del Azuay que confeccionaban sombreros de paja toquilla para ser vendidos en el exterior, perdieron su mercado por problemas en la comercialización, por lo que se produjo una grave crisis en la zona, que obligó a buscar una fuente de ingresos.

En el año de 1955 se inicia en la provincia la producción avícola apoyada por el programa del Servicio Interamericano de Avicultura (SCIA), el mismo que



importó los primeros pollitos BB de los Estados Unidos de Norteamérica, para la venta y distribución en la zona.

En tiempos pasados la producción de aves y huevos fue considerada una empresa agrícola de poca importancia. Los pollos y otras aves se criaban para producir carne y huevos para el consumo familiar, y era muy común encontrar familias enteras dedicadas a la avicultura en forma doméstica; las mismas que criaban entre 50, 100 y hasta 200 aves en sus huertos y patios.

Pero al pasar el tiempo y gracias a la tecnología, las pequeñas granjas avícolas se convirtieron en grandes empresas que se fusionaron o que solas lograron salir adelante. Hoy en día esta es una actividad que ofrece fuentes de trabajo a un considerable número de personas del sector productivo del país y además el subsector avícola tiene una alta participación en la economía del Ecuador.

Manya, D. (2013), sin duda, la avicultura en el Ecuador se constituye como una de las actividades más relevantes en el contexto alimentario, en virtud de su gran aporte a lo largo de toda la cadena agroalimentaria, desde la producción de materias primas como maíz amarillo duro y soya para la elaboración de alimentos balanceados hasta la generación de productos terminados como carne de pollo y huevos.

Se estima que aproximadamente 560.000 personas se encuentran directamente vinculadas a la dinámica de esta cadena y que su aporte económico representa alrededor del 23% del valor de la producción agropecuaria nacional. Adicionalmente contribuye con el PIB agropecuario nacional con alrededor del 13% por aves de carne y 3,5% por aves de postura.

Somos conocedores que la carne de pollo y huevos forman parte de la dieta alimenticia de la mayor parte de ecuatorianos, al ser considerada la proteína de origen animal de menor precio y más alto valor nutritivo.

A pesar de la situación política y económica que atraviesa el país el sector avícola registra un incremento de un 6% con respecto al año 2007, llegando en

este último período la población avícola a los 215,096 millones de aves, siendo 198,450 la línea de broiler (pollos de carne); 9,130 de postura; 5,580 machos que corresponden a los nacimientos de la línea postura; 1,800 reproductoras pesadas y 136 reproductoras livianas, de acuerdo a información emitida por.

Este comportamiento ha estado supeditado a la demanda nacional, ya que exportaciones no se realizan, es así como a diferencia de otros tipos de carne, en nuestro país el AUMENTO EN EL CONSUMO DE CARNE DE POLLO ha sido muy significativo, es así como entre el 2004 y 2008 se observa un crecimiento del 23% al pasar de 21.6 a 26.6 kg/hab/año, debiéndose a la gran oferta de este producto y a los precios convenientes con relación a los sustitutos, por otra parte, a nivel de todos los estratos de la población el consumo de carne de pollo, es un hábito ya establecido.

En todo caso, es importante señalar que el nivel de consumo en nuestro país es inferior en comparación al nivel de la comunidad Andina, donde según reportes se supera los 30 kg/hab/año.

Si relacionamos el consumo nacional por persona con otros países se nota la diferencia, por lo que se considera que la tendencia para los próximos años es creciente.

Cuadro 2. PRODUCCIÓN DE CARNE DE POLLO EN EL ECUADOR.

Años	Huevos TM	Carne Pollo TM	Variación %
2000	63.840	207.000	
2001	72.139	220.000	6,28
2002	78.300	240.000	9,09
2003	82.215	253.000	5,53
2004	93.725	283.651	12,00
2005	104.972	312.016	10,00
2006	108.000	330.000	5,76

Fuente: MAG, AFABA, industrias avícolas (2006).

En lo referente a la producción de huevos, en los últimos cinco años se calcula un incremento es decir una variación positiva que también corresponde al 44% estimándose para el año un volumen de 113.400 TM, que representa un incremento del 5% con respecto al 2007.

En cuanto al consumo pér-cápita de huevos, este parámetro presenta una ligera tendencia al incremento, registrándose rangos entre 7,5 y 8,5 kg/hab/año, ó 140 unidades por persona por año, aspecto que se debe a la gran disponibilidad del producto en el mercado y a la diversidad de precios.

## **B. LA PROTEÍNA**

### **1. Importancia**

Park, W. y Waldroup. (1986), reporta que el término proteína viene de la palabra griega “proteios” que significa “primero” o “importancia primaria”. Este término es muy apropiado ya que este nutriente, presente en toda célula viva, está implicado en la mayoría de las reacciones químicas esenciales del metabolismo animal.

Bondi, A. y otros (1989), las proteínas comprenden el único grupo nutricional que además del carbono, hidrógeno y oxígeno, se encuentran presentes el nitrógeno y en ocasiones el azufre y el fósforo, lo que imparte características específicas de éstas.

Church y Pond, (1996), las proteínas son los constituyentes orgánicos indispensables de los organismos vivos, y conforman la clase de nutrimentos que se encuentran en la concentración más elevada en los tejidos musculares de los animales. Los principales productos de las aves están compuestos de proteína. En materia seca, el cuerpo de un pollo maduro está constituido por más de 65% de proteína.

La valoración de las proteínas de los distintos componentes de piensos, según su contenido en aminoácidos (constituyentes básicos de las proteínas), brinda

a los fabricantes de alimentos la posibilidad de componer los piensos adaptados a cada producción animal previstas, según las necesidades específicas en aminoácidos.

Maynard y otros (1989), algunos piensan que una cantidad extra de proteína produce un aumento en el contenido de proteína en los tejidos, llamándose reserva proteica o depósito proteico.

Se ha demostrado que en los pollos una dieta elevada en proteína ayuda a combatir los efectos negativos de enfermedades nutricionales y de stress a través de la utilización de las reservas proteicas.

Sin embargo, el Food and Nutrition Board indica que en los pollos sanos no es necesario consumir más proteína de la requerida. Por otro lado, no se produce ningún daño por consumir más de los requerimientos recomendados, excepción hecha por el costo, ya que el organismo tiene la capacidad de eliminar los excesos.

El nitrógeno (N) liberado en la degradación de las proteínas y aminoácidos en el cuerpo del animal se excreta principalmente en la forma de ácido úrico en el caso de las aves.

## **2. Calidad de proteína**

El reconocimiento de que el nitrógeno presente en el organismo tiene su origen en compuestos nitrogenados que se encuentran en los alimentos, se debe fundamentalmente al trabajo de Magendie, publicado en el año 1816.

Después de que se estableció que las proteínas eran los compuestos nitrogenados involucrados, Magendie produjo la primera evidencia de que todas las proteínas tienen diferente valor. En su famoso “informo sobre la gelatina”, publicado en 1841, demostró que ésta no puede tomar el lugar de la proteína de la carne en la dieta. Este hallazgo estimuló los estudios que sobre

crecimiento y balance nitrogenado realizaron científicos alemanes, suizos y daneses, para establecer el porqué de la inferioridad de la gelatina.

La primera explicación satisfactoria acerca de la diferencia en la calidad nutricional de las proteínas fue propuesta en el año 1870 por el fisiólogo alemán L. Hermann, quien estableció que la digestión produce unidades para sintetizar la proteína corporal y que todas estas unidades, probablemente AA'S, son necesarios en el alimento.

En (1876), el fisiólogo suizo Escher alimentó perros con dietas purificadas a base de gelatina, produciéndoles pérdida de peso. El peso se mantuvo cuando se agregó tirosina. El análisis de los AA'S de las proteínas efectuados por Abderhalden, en Alemania, proveyó las bases para los estudios realizados por Kauffman, quien mostró en 1905 que la cistina, en la cual la gelatina es muy baja, se requería como complemento, lo mismo que la tirosina.

De 1915 en adelante, los avances se sucedieron rápidamente, incluyendo estudios en pollos y cerdos. Esto permitió concluir que el valor de una proteína dada, desde el punto de vista nutricional, está regida por su contenido de aa's. El organismo no es capaz de sintetizar diversos aa's que están presentes en las proteínas y por lo tanto las proteínas en el alimento deben ser de una naturaleza tal que puedan proveerlos

Cada proteína tiene un patrón de aa's exactamente reproducible de padres a prole. La calidad de las proteínas está determinada por su composición en aminoácidos esenciales. Algunas fuentes de proteínas contienen todos los aa's esenciales, mientras otras son deficientes en uno o más aa's esenciales.

El "Valor Biológico" (VB) de una proteína expresa su composición en aa's esenciales. Una proteína tiene alto valor biológico cuando contiene todos los aa's esenciales en las proporciones adecuadas para la especie a la cual se destina. Sin embargo, si sólo un aa estuviera ausente, el valor biológico es cero.

El valor biológico de la fracción proteica de un alimento es el resultado de la combinación de las diferentes proteínas contenidas en él. Por ejemplo el maíz, no sólo es bajo en proteína, sino que esta es de bajo VB por la deficiencia de lisina y triptófano en la zeína, la principal proteína del endospermo. El VB de la proteína del maíz puede mejorarse por medios genéticos incrementando la proporción de glutelina, que presenta una más balanceada composición de Aas. Un ejemplo es el maíz Opaco2. El grano de soja tiene un alto porcentaje de proteína, con un excelente balance, excepto por la deficiencia de metionina.

La fracción Proteína cruda de materiales vegetales contiene además glutamina, asparagina y otros Aas libres, algunos péptidos, nitratos, sales de amonio y muchos otros compuestos nitrogenados. Las concentraciones de nitratos y amonio dependen mucho del grado de aplicación de fertilización nitrogenada al cultivo. La lignina de la pared celular también contiene N. Se piensa que glutamina y asparagina son las formas de transporte de N a las diferentes células de la planta.

El descubrimiento de que muchos aa's que componen las proteínas corporales deben ser provistos como tales por la proteína del alimento, esto explica por qué diferentes alimentos con el mismo contenido de proteínas tienen valores proteicos distintos en nutrición, es decir, difieren en la calidad de la proteína. Las proteínas cuyo contenido de aa's se aproxima al punto óptimo de satisfacción de las necesidades animales son llamadas, de alta calidad; aquellas que no se acercan a ese punto, son conocidas como proteínas de baja calidad.

Dicho en broma, la proteína de los pollos sería la mejor proteína para alimentar pollos: desde el punto de vista nutricional lógico, pero desde el punto de vista económico sería un desastre. En general, las proteínas de los alimentos de origen animal tienen mayor valor biológico que las de procedencia vegetal porque su composición en aa's es más parecida a las proteínas corporales. De cualquier manera, la calidad individual de las proteínas es relativamente poco importante en dietas mixtas debido al fenómeno de complementación / suplementación entre proteínas distintas.

### **3. Digestión y absorción de la proteína**

En general, las proteínas del alimento son hidrolizadas en sus constituyentes, los aa's, los que luego son absorbidos y transportados al hígado por la vena porta. Algunos aa's aparecen en la linfa en pequeñas cantidades.

Existe una excepción a este principio en algunos mamíferos neonatos (recién nacidos), ya que durante sus primeros días de vida pueden absorber las inmunoglobulinas intactas directamente a su sistema linfático (conducto torácico). Esta capacidad dura sólo unas 24 horas en el becerro y varios días en la rata, pero no se da en el hombre o en el cobayo. Cuando el fenómeno existe, las vellosidades intestinales de los recién nacidos son capaces de absorber las globulinas por pinocitosis (un fenómeno de captación). Esta capacidad pronto se pierde por un proceso que se conoce como oclusión.

Este fenómeno permite a las especies que normalmente no obtienen una adecuada protección inmunológica a través de la placenta, adquirir inmunidad instantánea mediante la ingestión de calostro con un elevado contenido de inmunoglobulinas.

Aparte de esta situación especial la proteína debe ser digerida. Las enzimas secretadas por la mucosa gástrica y por el páncreas son descargadas al lumen del estómago e intestino delgado, respectivamente. Las enzimas de la mucosa intestinal actúan dentro de la misma célula de dicha mucosa. Existen dos tipos de enzimas: las endoenzimas, como la pepsina, tripsina y quimiotripsina, y las exoenzimas representadas por carboxipeptidasas y peptidasas. Las primeras rompen las grandes moléculas en otras más pequeñas actuando sobre la cadena peptídica, mientras que las últimas actúan sobre los AA'S terminales produciendo AA'S libres.

Las endoenzimas no disgregan los enlaces peptídicos al azar, sino que son específicas, por ejemplo, la pepsina rompe las ligaduras adyacentes a un AA aromático. La digestión proteica empieza en el estómago con una desnaturalización significativa de las proteínas que realiza el HCl (ácido

clorhídrico), al que le sigue la digestión péptica que es más activa a un pH bajo. Este proceso da por resultado la producción de péptidos grande y relativamente pocos AA'S.

El contenido estomacal pasa al duodeno en donde es atacado por diversas enzimas pancreáticas, lo que produce una cantidad sustancial de AA'S libres (más de 60% del contenido proteico) y oligopéptidos. Estos últimos compuestos son absorbidos en forma directa por la mucosa intestinal donde son hidrolizados por acción de las peptidasas en AA'S y después transportados a la circulación portal.

En la sangre portal no hay péptidos, lo que indica que la hidrólisis fue completa antes de que éstos pasaran a la circulación sistémica. La tasa de absorción de AA'S no es uniforme, si bien ello sucede en los dos tercios proximales del intestino delgado. La absorción es de tipo activa, al igual que la de glucosa e implica también el transporte de sodio. Los tripéptidos son absorbidos más rápido que los dipéptidos los que a su vez, se absorben en menor tiempo que los AA'S libres. Además, parece haber una competencia por la absorción de AA'S libres dentro de un mismo grupo, como por ejemplo, entre los AA'S ácidos, básicos, neutros o iminoácidos.

#### **4. Síntesis de la proteína**

La acumulación de proteínas como resultado de la síntesis proteica es un proceso continuo en todas las aves. Degradación proteica también ocurre paralelamente, proceso conocido como recambio de proteína. Si la síntesis ( $K_s$ ) es mayor que la degradación ( $K_d$ ), se produce acumulación.

La acumulación es mayor en aves jóvenes, así como bajo regímenes de alto consumo de proteínas/aminácidos. Aún bajo condiciones de consumo de proteína balanceada  $K_d$  puede representar 30 a 40 % de  $K_s$ . La selección genética ha favorecido una mayor síntesis con respecto a la degradación.



Las tasas de síntesis proteica varían según los órganos y tejidos. En el hígado casi 10 % de la proteína lábil es recambiada diariamente y la tasa de síntesis es de casi 90 %.

El intestino es también un tejido con alta tasa de recambio. Por el contrario, el músculo de la ponedora tiene una tasa de síntesis  $K_s$  de sólo 15 %. Tomando en cuenta la masa de cada órgano en la gallina ponedora, el hígado y el TGI (Tracto Gastro-intestinal) son responsables de cerca de 25 % de la síntesis total de proteínas y el oviducto alrededor de 15 %.

La capacidad del ave de depositar proteína está influenciada por la disponibilidad de energía. A ingesta de energía cercana a mantenimiento, poca deposición de proteína ocurre. Sin embargo, aún en el caso que las aves estuvieran en balance negativo de N (nitrógeno), cierto nivel de síntesis todavía ocurre, pero obviamente  $K_d > K_s$ .

A medida que se incrementa la ingesta de energía, tanto proteína como grasa son depositadas. Existe un límite genético a  $K_s$ , no así para la deposición de grasa, por lo que si la ingesta de energía continúa incrementándose, más grasa se depositará en el cuerpo animal. El objetivo del suministro de energía es maximizar  $K_s$ , a la vez que se establecen límites arbitrarios a la hipertofia e hiperplasia de los adipocitos.

En el Cuadro 3, se presentan tasas de recambio proteico en pechuga de pollo. Sin duda que las tasas de deposición de proteína son hoy más altas debido al mejoramiento genético desde el momento de realizado dicho trabajo.

Cuadro 3. SÍNTESIS Y DEGRADACIÓN PROTEICA EN LA PECHUGA DEL POLLO, A DISTINTAS EDADES.

Parámetro	7 D	14 D	28 D	42 D
% fraccional de síntesis proteica ( Ks)	48	24	17	16
% fraccional de degradación proteica ( Kd)	16	11	9	12
% $\Delta$ (kg)	32	13	8	4
Ks (mg/d)	700	1.190	2.500	5.100
Kd (mg/d)	225	570	1.340	3.900
(kg) (mg/d)	475	620	1,16	1.200

Fuente: Kang et.al. (1985).

Se ha observado que las tasas fraccionales de síntesis proteica son menos afectadas que lo que se esperaría por el desbalance de Aas. Sin embargo, los pollos crecen más con una dieta balanceada, sugiriendo que lo que es afectado por el desbalance es más Kd que Ks.

## 5. Alimentos fuente de proteína

En el pasado era común la formulación compleja de los alimentos para la aves, es decir con varios ingredientes mayores.

En la actualidad las fórmulas tienden a simplificarse y la mezcla maíz-torta de soja tiende a estandarizarse internacionalmente. Sin embargo, la disponibilidad regional de algunos insumos puede hacer variar el estándar.

En el país también se viene utilizando en forma prácticamente generalizada la fórmula maíz-soya, si bien algunos nutricionistas todavía pueden estar introduciendo pequeños volúmenes de harina de pescado.

### a. **Proteínas de origen vegetal y animal**

Muñoz, F. y Coronado, C. (2002), las proteínas son asimiladas como aminoácidos y no como proteínas completas, el organismo no puede distinguir

si estos aminoácidos provienen de proteínas de origen animal o vegetal. Comparando ambos tipos de proteínas podemos señalar:

- Las proteínas de origen animal son moléculas mucho más grandes y complejas, por lo que contienen mayor cantidad y diversidad de aminoácidos. En general, su valor biológico es mayor que las de origen vegetal. Como contrapartida son más difíciles de digerir, puesto que hay mayor número de enlaces entre aminoácidos por romper.
- Las proteínas de origen vegetal están formadas por ciertos grupos de aminoácidos esenciales por lo que es necesario combinarlas adecuadamente para poder obtener un conjunto de aminoácidos equilibrado. Al lograr este equilibrio de calidad biológica y el aporte proteico resultante es mayor que el de la mayoría de los productos de origen animal.

#### **b. Pasta de soya**

Leslie y Malden. (1968), señala que la pasta de soya constituye la principal fuente proteica utilizada actualmente en la alimentación de las aves.

Procede de las semillas de soja de las que se ha extraído el aceite mediante un proceso de disolventes. Si la harina procede de soja con la mayor parte de sus cáscaras, su contenido proteico suele ser del 44% mientras que si la harina procede de soja sin vainas posee normalmente hasta el 50% de proteína.

La harina de soja sin vainas se utiliza más corrientemente para la alimentación de las aves, ya que posee un valor energético superior al de la harina que contiene el 44% de proteína.

La harina de soja es única entre las principales fuentes de proteína vegetal por ser rica en lisina. Por esta razón, puede utilizarse la harina de soja combinada con proteínas de los cereales para proporcionar una mezcla proteica de alta calidad con destino a la alimentación animal.

Es algo pobre en metionina y cistina y, por ello, las raciones formadas principalmente a base de maíz y harina de soja tiene que suplementarse a menudo con metionina.

Garzón, v. (2010), reporta que la semilla de soya se compone de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y minerales; siendo las proteínas y los lípidos las partes principales, constituyendo aproximadamente un 60 % de la semilla. Las proteínas tienen un alto contenido del aminoácido lisina comparado con otros cereales.

Se considera que la semilla de soya limpia y seca con un 12 % de humedad puede ser almacenada hasta por 2 años sin pérdida alguna de su calidad.

La utilización de la soya como alimento tanto para aves como para cerdos se amplió cuando se observó que mediante el calor seco (tostado), o el calor húmedo (cocido), se inactivaban los factores anti nutricionales contenidos en la semilla, mejorándose así la eficiencia nutritiva de los monogástricos alimentados con esta leguminosa.

Otra forma de la utilización de la soya como fuente de proteína en la alimentación de animales es la extrusión que consiste en mezclar harina de soya, concentrados o proteínas aisladas con agua, alimentando un aparato extrusor para cocción, con calentamiento bajo presión lo que permite su extracción. La masa calentada y comprimida se expande al extruirla y el resultado es una masa esponjosa que después de hidratarse presenta una textura elástica y masticable.

Cuadro 4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL GRANO DE SOYA CRUDO, GRANO DE SOYA PROCESADO Y DE LA TORTA DE SOYA.

Componente	Unidad	Grano de soya		Torta de soya
		Crudo	Procesado	
Materia seca	%	90	90	90
E. metabolizable cerdos	(Mcal/Kg)	3,2	3,5 - 4,2	3,25
E. metabolizable aves	(Mcal/Kg)	3,2	3,4 - 3,8	3,25
Grasa	%	17,5	17,5	1,5
Proteína	%	37,5	37,5	45,5
Metionina	%	0,52	0,52	0,70
Metionina + cistina	%	1,08	1,08	1,41
Lisina	%	2,42	2,42	2,90
Triptófano	%	0,54	0,54	0,62
Ácido linoléico	%	8,5	8,5	0,55
Fibra	%	5,5	5,5	3,4
Calcio	%	0,26	0,26	0,30
Fosforo	%	0,61	0,61	0,64
Índice ureasa	%	2,0 - 3,0	0,02 - 0,5	0,02 - 0,5
Inhibidor tripsina		75 - 80	< 0,10	< 0,10

Fuente: Buitriago, Porcela, Eusse. (1992).

Actualmente la soya está considerada como la fuente proteica de mejor elección para la alimentación de cerdos y aves en crecimiento y finalización por su alto contenido proteico (37,5%), alta digestibilidad (82%), buen balance de aminoácidos, calidad consistente y bajos costos comparada con otras fuentes proteicas.

La principal desventaja para la utilización del grano de soya en su estado natural en la alimentación de monogástricos es la presencia de factores anti-nutricionales siendo ellos la Anti-tripsina, Lipoxigenasa, Ureasa, Hemaglutinina y factor Antitiroideo. Los dos primeros tienen gran interés por ser elementos que afectan negativamente la utilización de la proteína, la grasa y los carbohidratos a nivel intestinal y se manifiestan en una pobre digestibilidad,

traduciéndose en disminución del crecimiento y pérdida de peso tanto en aves como en cerdos.

Estudios realizados por la Asociación Americana de Soya (ASA) e investigadores como Waaijenberg 1985, Noland 1985, Buitrago, Portela y Eusse 1992, han demostrado como el grano integral de soya para ser utilizado en dietas para animales debe ser sometido a un proceso térmico el cual destruya los factores anti-nutricionales presentes en el grano recién cultivado y permite aprovechar al máximo su potencial de energía y proteína.

Al realizar los análisis nutricionales de la soya tanto en forma de grano crudo como procesado (tostado) y como subproducto (torta de soya), encontraron que la principal diferencia se observa en el porcentaje de grasa en el grano entero el cual es del 17,5% comparado con la torta de soya que solo tiene el 1,5%.

También observaron que el mayor porcentaje de proteína correspondía a la torta de soya siendo del 45% comparado con el grano de soya entero que solo tiene el 37,5%.

Respecto a la utilización del grano de soya en la alimentación de monogástricos observaron que el mayor limitante es la presencia de factores anti-nutricionales y factores tóxicos, los cuales deben ser destruidos antes de elaborar las dietas.

### **c. Harina de pescado**

Flores, J. (1993), reporta que las distintas harinas de pescado difieren algo en su valor nutritivo, según el tipo de materia prima usada, el método de desecación y el cuidado que se haya tenido en la fabricación. Para evitar los efectos perjudiciales de las grasas se las somete al desgrasado a fondo.

Debido a que la harina de pescado contiene el esqueleto de los peces, es rica en calcio y fósforo, con promedios de 4.14% de calcio y 2.6% de fósforo; contiene, además una cantidad apreciable de yodo, de donde resulta un complemento mineral aceptable, cuando no se precisa una corrección importante. La mayor parte de las harinas de pescado contienen cantidades aceptables de riboflavina y niacina, vitamina A y vitamina D.

Si la harina de pescado esta desgrasada y es de buena calidad, puede formar parte de la ración de las aves en la proporción del 10 al 15%; si no se tiene garantías en este sentido, no deberá excederse del 5% en los pollos.

La harina de pescado suele contener del 60 al 70% de proteína, que son ricas en lisina y metionina. Constituyen excelentes suplementos proteicos de los cereales, y proporcionan bastante calcio y fósforo a la ración.

La energía metabolizable de la harina de pescado de buena calidad es de unas 2.860 Kilocalorías por Kg, que es superior a la mayoría de las restantes fuentes proteicas de uso corriente.

FEDNA (2010); reporta que el producto obtenido por molturación y desecación de pescados enteros, de partes de éstos o de residuos de la industria conservera, a los que se puede haber extraído parte del aceite.

El proceso normal de fabricación se inicia con el picado o molido del pescado, seguido de su cocción a 100°C durante unos 20 minutos. Posteriormente el producto se prensa y centrifuga para extraer parte del aceite.

En el proceso se obtiene una fracción soluble que puede comercializarse independientemente (solubles de pescado) o reincorporarse a la harina. El último paso es la desecación de la harina hasta un máximo de un 10% de humedad. En las primeras etapas del proceso se añade un antioxidante para evitar el enranciamiento de la grasa y la posible combustión de la harina. Recientemente, se han desarrollado nuevos procedimientos (harinas especiales, harinas LT) basados en la utilización de pescado entero fresco bien conservado y desecados a baja temperatura (< 70°C).

clubdelamar.org; La harina de pescado, natural y sostenible, proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA.

Cuadro 5. PORCENTAJE DE AA's DIGESTIBLES EN AVES PARA UNA HARINA DE PESCADO Y UNA PASTA DE SOYA TÍPICAS.

Aminoácido	Pasta de Soya 48% Proteína cruda	Harina de Pescado 67 % Proteína Cruda
Lisina	2,62	4,09
Metionina	0,58	1,52
Cistina	0,57	0,42
Metionina + Cistina	1,15	1,93
Treonina	1,59	2,12
Triptófano	0,58	0,52
Arginina	3,24	3,09
Isoleucina	1,90	2,22
Leucina	3,21	3,92
Valina	1,97	2,56
Histidina	1,16	1,31
Fenilalanina	2,13	2,09

Fuente: Aminodat 3.0 Evonik Degussa.

La proteína en la harina de pescado tiene una alta proporción de aminoácidos esenciales en una forma altamente digerible, particularmente metionina, cisteína, lisina, treonina y triptófano. Presentes en la forma natural de péptidos, éstos pueden ser usados con alta eficiencia para mejorar el equilibrio en conjunto de los aminoácidos esenciales dietéticos.

La grasa generalmente mejora el equilibrio de los ácidos grasos en el alimento restaurando la relación de las formas de omega 6: omega 3 en 5:1, que es considerada óptima. La grasa en muchas dietas actualmente contiene una relación mucho más alta.



La harina de pescado es una fuente de energía concentrada. Con un 70% a 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es mayor que muchas otras proteínas.

La harina de pescado tiene un contenido relativamente alto de minerales como el fósforo, en forma disponible para el animal. También contiene una amplia gama de elementos vestigiales. Las vitaminas también están presentes en niveles relativamente altos, como el complejo de vitamina B incluyendo la colina, la vitamina B12 así como A y D.

## **C. PROTEÍNA IDEAL**

### **1. Definición**

El concepto de “proteína Ideal” fue por primera vez descrito por Mitchell en 1964 quien intentó producir una dieta que satisfaga los requerimientos del pollo, mediante el uso de ingredientes purificados. Simulando el perfil de Aas de proteínas “ideales” como la de la clara de huevo y caseína, fue sin embargo sólo parcialmente exitoso en lograr la optimización del crecimiento y la eficiencia de uso del alimento.

Otros intentos de simular la composición en Aas del cuerpo del ave en la dieta tampoco fueron completamente exitosos. No fue sino hasta que se modeló las necesidades conjuntas de Aas para sostenimiento, crecimiento y formación de plumas, que se obtuvieron resultados más consistentes.

El ARC del Reino Unido fue el primero en proponer una “Proteína Ideal” para el cerdo, en el que la lisina fue usada como Aa referencia. Dándole a lisina un valor de 100 %, la necesidad de los otros Aas eran expresados como un porcentaje del requerimiento de lisina, por ejemplo los Aas azufrados como 50 % y el triptófano como 15 %. Independientemente del nivel de proteína o energía de la dieta, el balance de proteína permanecía constante.

Sólo 30 a 40 % de los aa's requeridos para el crecimiento y metabolismo se originan de la dieta, proviniendo la mayoría de los aa's del catabolismo. Ya que cada aa tiene una tasa distinta de catabolismo, este hecho influencia el cálculo de la necesidad de cada uno y se infiere un perfil diferente con respecto al análisis de la composición corporal en cualquier punto del tiempo.

Esto es especialmente cierto para lisina que tiene una relativamente baja tasa de oxidación, lo que conduce a sobre estimación de las necesidades de lisina, o lisina relativa a Aas activamente catabolizados como la metionina, cuando la base de cálculo es sólo la composición de carcasa. Wang y Fuller (1989) trabajando todavía con cerdos trataron de mejorar los estimados de proteína ideal, incluyendo el componente proporcional de mantenimiento.

En la Universidad de Illinois Baker y su equipo han trabajado extensamente en esta área y en 1998 desarrollaron un modelo de proteína ideal para broilers. La principal diferencia entre la información de pollos y la originalmente propuesta para cerdos es la necesidad relativamente mayor de arginina y metionina y menor de triptófano. La mayor limitación actual para la proteína ideal radica en el cambio de composición de carcasa de las modernas líneas de carne, en las que se enfatiza el rendimiento de carne magra.

Volnei, S (2004), en referencia a la proteína ideal, indica; este concepto se refiere básicamente al balance exacto de los aminoácidos esenciales, expresándose cada cual, como porcentaje de relación a otro aminoácido de referencia. Con esto es posible mantener una relación constante, conservando una calidad de proteína similar para cubrir las necesidades fisiológicas y productivas del ave.

Al ajustar los niveles a un perfil ideal, se evitan deficiencias y excedentes y la consecuente producción de energía a partir del aminoácido, como también se reduce al mínimo la excreción de nitrógeno, ambos procesos resultan costosos al ave desde el punto de vista metabólico.

La principal diferencia entre los requerimientos de las aves durante sus etapas de crecimiento, entre sexos, estirpes y peso vivo, es la cantidad de proteína que ellos requieren, de acuerdo a su diferente potencial para deposición de músculo.

El patrón ideal de aminoácidos para las diferentes fases de producción es distinto en cada caso. Esta diferencia ocurre principalmente a la relación de Lisina, Aminoácidos Azufrados, Treonina y Triptófano que aumentan a medida que crece el ave.

FEDNA (2010), la “proteína ideal” es una mezcla de proteínas alimenticias donde todos los aminoácidos digestibles, principalmente los aminoácidos esenciales, son limitantes en la misma proporción.

Esto significa que ningún aminoácido se suministra en exceso en comparación con el resto. Como consecuencia, la restricción de proteína (ganancia respecto a consumo de proteína) es máxima y la excreción de nitrógeno es mínima.

Esto es posible a través de una adecuada combinación de concentrado proteicos y aminoácidos cristalinos suplementarios. También implica que se conocen las digestibilidades verdaderas de los aminoácidos.

Desde hace 15 años, varios perfiles de necesidades de aminoácidos han sido publicados para las aves. Algunos de ellos fueron propuestos para pollitos en la fase inicial y otros para pollos de engorde. No existen referencias para otras especies avícolas como pavos o patos. Se han realizado diferentes aproximaciones metodológicas.

En la mayoría de los casos, los autores estiman las necesidades de algunos aminoácidos esenciales en experimentos distintos y luego calculan las necesidades del resto de aminoácidos utilizando la composición corporal o de las plumas.

Por ejemplo, Boorman y Burgess (1995) determinaron las necesidades de lisina, aminoácidos azufrados y triptófano (para mantenimiento y ganancia de

peso) a partir de varios experimentos publicados y estimaron el rendimiento de utilización de los aminoácidos en 0,85.

Cuadro 6. PERFIL IDEAL DE AMINOÁCIDOS PARA BROILERS EN PERIODO DE INICIO.

Aminoácido	Baker & Han 1994	Mack et al. 1999	Lippens 1997	Gruber 1999	NRC 1994
Lisina	100	100	100	100	100
Metionina	36	37	--	--	46
Met + Cist	75	75	70	70	82
Treonina	70	63	66	66	73
Triptófano	16	19	--	14	18
Isoleucina	67	71	70	63	73
Valina	77	81	81	--	82
Arginina	105	--	125	121	114

Fuente: Geraert et al. (2002).

Más tarde algunos autores midieron las necesidades para otros aminoácidos, como arginina, valina o isoleucina, en experimentos independientes y mezclaron los valores encontrados con las necesidades de lisina. Para algunos aminoácidos no existen valores de necesidades publicados.

Por ejemplo, las necesidades de leucina, histidina y de los aminoácidos aromáticos, aun siendo aminoácidos esenciales, no pueden ser estimados fácilmente dado que son muy abundantes en los alimentos y, por tanto, no es fácil inducir una deficiencia drástica de estos aminoácidos en la dieta.

## **2. Aminoácidos**

Rostagno, H. (2000), señala que los aminoácidos corresponden a la unidad básica que conforman las proteínas orgánicas. Son clasificados en esenciales y no esenciales.

Los esenciales pueden ser definidos en aquellos que el organismo del ave no puede biosintetizar lo suficientemente rápido para soportar el máximo rendimiento de los animales. Y los no esenciales son producidos de acuerdo a la demanda orgánica, siendo biosintetizados de acuerdo a sus necesidades.

Dentro de los aminoácidos esenciales, existen aquellos que son más críticos y deben estar presentes en las dietas para mantener el desempeño de los animales como es el caso de la lisina.

Normalmente las fuentes proteicas poseen balances de aminoácidos diferentes, definiendo su calidad proteica para las aves. Las fuentes de origen animal son más equilibradas en aminoácidos esenciales que las vegetales.

Por otro lado existen desequilibrios que influyen en el momento de formular las dietas. En este caso surge una clasificación más y se refiere a su límite en las dietas.

Así los aminoácidos limitantes son aquellos que aparecen en menor cantidad en la formulación y limitan el desempeño de las aves. Existe un orden de limitación en dietas a base de maíz y soja, siendo primer lugar la metionina en segundo la lisina y en tercer lugar puede estar la treonina o triptófano dependiendo de la edad del ave.

### **a. Digestibilidad de los aminoácidos**

Leeson, S. y Summers, J. (2001), manifiestan que los aminoácidos presentes en la mayoría de ingredientes no son completamente digeribles, lo cual es importante ser tomado en cuenta cuando se formulan dietas.

Muchos aminoácidos esenciales en ingredientes comunes como el maíz y la torta de soja se digieren con 90 % de eficiencia, existiendo ciertas diferencias entre Aas individuales. En ciertos insumos vegetales la digestibilidad de los Aas puede ser mucho menor.

En las proteínas animales la variabilidad puede ser mayor debido a la variabilidad de intensidad del tratamiento térmico de las mismas. La digestibilidad es esencialmente una función de la secreción enzimática en el TGI, a medida que la digesta discurre por el mismo hasta el íleon. Sin embargo, la inspección y análisis de la excreta se complica por la actividad cecal y la presencia del Aas endógenos.

La digestibilidad de Aas se determina por un ensayo similar al de desarrollado para determinar la EM verdadera. La digestibilidad verdadera de Aas sólo puede ser determinada si se efectúa corrección por las pérdidas endógenas.

Las bolsas cecales también ejercen un efecto sobre la digestibilidad verdadera, por lo que la técnica de determinación de la digestibilidad verdadera puede implicar la cecetomía del ave.

Cuando se usa aves cecetomizadas, se observan efectos menores en la mayoría de las proteínas vegetales, no así en las proteínas animales, en las cuales se observa reducción de la digestibilidad por efecto de la cecetomía. Por ejemplo, en la harina de carne de aves enteras la digestibilidad de Aas es 10 % mayor debido a actividad microbiana en los ciegos.

Pack, M. (2003), La diferencia entre digestibilidad y disponibilidad de los aminoácidos radica en que la digestibilidad, determina la diferencia entre la cantidad de aminoácidos ingeridos y la cantidad de aminoácidos excretados y la disponibilidad, se refiere a la cantidad de aminoácidos que es digerida, absorbida y utilizada para la síntesis de proteína.

Una práctica todavía común entre los Nutriólogos para pollo de engorda, es la de formular raciones en base a proteína y aminoácidos totales. A través

de múltiples estudios metabólicos, se han logrado conocer y establecer los parámetros de digestibilidad para cada uno de los aminoácidos esenciales, en la mayoría de los ingredientes utilizados en la formulación práctica de aves domésticas.

Al formular un alimento es básico considerar la variación existente entre los aportes y digestibilidad de aminoácidos en las materias primas. Al formular dietas para aves bajo el concepto de digestibilidad, se establece un candado de seguridad para la correcta utilización de la proteína, los aminoácidos y el nitrógeno aportado evitando así, los desbalances, excedentes y diferencias que afecten la productividad de las aves.

Esto nos hace posible ampliar el perfil de ingredientes, utilizando fuentes alternas con el fin de disminuir costos de producción por concepto de alimento y mejorar la productividad de la parvada.

En la actualidad se cuenta con una buena disponibilidad comercial de aminoácidos sintéticos (Lisina, Treonina, Metionina, Triptofano, etc.) a precios competitivos, si son comparados con los aportados en las materias primas. Esto ayuda considerablemente a alcanzar de forma precisa, los niveles de aminoácidos digestibles requeridos por el pollo, sin exceder los aportes de proteína total al intentar llenarlos.

Cabe señalar que la proteína, representa uno de los componentes más costosos en la formulación de los alimentos y de los nutrientes que mayor efecto produce sobre el producto terminado.

Cuadro 7. DIGESTIBILIDAD DE AMINOÁCIDOS DE IMPORTANCIA PRÁCTICA EN INSUMOS DE USOS COMÚN.

Fuente (%proteína)	Metionina	Cistina	Lisina	Arginina	Treonina
Maíz (8.8 %)	91	85	81	89	84
Sorgo (8.8 %)	89	83	78	74	82
Afrecho de trigo (16 %)	82	72	72	79	72
Polvillo de arroz (13 %)	78	68	75	87	70
Torta de soja (48 %)	92	82	91	92	88
Pasta de algodón (41 %)	73	73	67	87	71
Harina pescado (60 - 63 %)	92	73	88	92	89
Harina de plumas (86 %)	76	59	66	83	73

Fuente: NRC, (1994).

Es por estos factores mencionados, que recientemente se ha empezado a tomar ventajas sobre la información de la eficiencia de retención de aminoácidos por el organismo, lo que permite establecer un requerimiento más preciso sobre su digestibilidad, surgiendo con ello la posibilidad de elaborar los perfiles nutricionales bajo el concepto de proteína.

#### **b. Formulación en base de aminoácidos digestibles**

Pack, M. (2003), señala que la proteína ideal puede resultar de utilidad bajo diversos conceptos, uno de ellos, es que permite la formulación de dietas con menor contenido de proteína total, para cubrir las necesidades de los aminoácidos logrando un mejor retorno económico. Además, se tiene la posibilidad de formular las dietas con base en los perfiles de digestibilidad de los ingredientes utilizados.

Antes de implementar en forma comercial un programa de alimentación con proteína ideal y aminoácidos digestibles, es necesario contar con información confiable de los valores de digestibilidad que se integran en la matriz de formulación y la proporción a manejar con respecto al aminoácido de referencia (Lisina).



Actualmente existen diversas fuentes publicadas que proporcionan ecuaciones de digestibilidad para las materias primas más comunes, aunque en la mayoría de ellas no se contemplan los factores que limitan la digestibilidad como lo son: el nivel de ácido tánico en el sorgo, el grado de proceso térmico y factores antinutricionales de la pasta de soya, la calidad proteica de las harinas de origen animal (queratina), etc.

Por otra parte es muy importante conocer si la información utilizada se refiere a digestibilidad verdadera o aparente de los aminoácidos, con el fin de mantener una constante en los valores ingresados en la matriz de formulación.

Behm, G. (1991), manifiesta que el contenido energético de las dietas ofrecidas al pollo de engorde varía mucho entre diferentes países, incluso, los alimentos administrados durante el periodo de engorda y la duración de su uso son influenciados por las materias primas básicas usadas en dicho país.

En cada caso, con concentraciones altamente energéticas en los alimentos se deben establecer de manera correspondiente altas concentraciones de aminoácidos.

Rostagno, H. (2000), menciona que el resultado del desempeño de los pollos de engorde así como el de las ponedoras comerciales, depende básicamente del soporte adecuado de todos los aminoácidos que componen las necesidades metabólicas de esas aves.

En la formulación de las dietas para aves pueden ser utilizados los valores brutos de aminoácidos, sin embargo la forma digestible es recomendable debido a cambios en la digestibilidad de los aminoácidos de acuerdo con el ingrediente utilizado.

Así dos dietas con el mismo nivel de lisina y metionina + cistina totales, puede diferir en cuanto a los aminoácidos en forma digestible.

Cuadro 8. PERFILES DE AMINOÁCIDOS DIGESTIBLES PARA POLLOS,  
SEGÚN VARIAS FUENTES.

Aminoácidos	0 - 21 Días			21 - 42 Días		
	Han	NRC	Leeson	Han	NRC	Leeson
Lisina	100	100	100	100	100	100
Met + Cist	72	82	68	75	72	66
Metionina	36	45	40	36	38	40
Cistina	36	36	28	39	34	26
Arginina	105	114	100	108	110	100
Valina	77	82	67	80	82	60
Treonina	67	73	58	70	74	55
Triptofano	16	18	17	17	18	15
Isoleucina	67	73	63	69	73	50
Histidina	32	32	33	32	32	29
Fenil. + Tiris.	105	122	117	105	122	100
Leucina	109	109	117	109	109	100

Fuente: Kalinowski, (2005).

De cualquier forma para dietas a base de maíz y soya, donde se conoce la digestibilidad de todos los aminoácidos, la formulación con aminoácidos totales no causa problemas en el desempeño de las aves.

Maynard, L. (1989), señala que los aminoácidos son los constituyentes esenciales de las proteínas. Estos aminoácidos se obtienen como productos finales de la hidrólisis, cuando las proteínas se calientan con ácidos fuertes o cuando sobre ellas actúan ciertas enzimas.

Los aminoácidos son derivados de los ácidos grasos de cadena corta y contienen un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y un grupo carboxilo ácido (-COOH).

### 3. Aminoácidos esenciales

Maynard, L. (1989), señala que los aminoácidos son los constituyentes esenciales de las proteínas. Estos aminoácidos se obtienen como productos

finales de la hidrólisis, cuando las proteínas se calientan con ácidos fuertes o cuando sobre ellas actúan ciertas enzimas. Los aminoácidos son derivados de los ácidos grasos de cadena corta y contienen un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y un grupo carboxilo ácido (-COOH).

De los 22 aminoácidos, cinco se consideran desde el punto de vista del análisis del alimento pues los otros se encuentran en proporción normal en las combinaciones de nutrientes que componen la mayor parte de las raciones avícolas por síntesis interna. Los cinco son: metionina, cistina, lisina, triptófano y arginina. Cuando es frecuente la falta de metionina, gran parte de las fórmulas necesitan suplirse con la forma pura de DL-metionina.

Necesaria para estimular el crecimiento, por lo tanto no debe faltar en las raciones, se considera indispensables para la vida; al igual que la Treonina, Fenilalanina y Leucina, son incapaces de ser reemplazados por otros.

Berg, J., Stryer, L., y Tymoczko, L. (2010), los aminoácidos esenciales son aquellos que el propio organismo no puede sintetizar por sí mismo. Esto implica que la única fuente de estos aminoácidos en esos organismos es la ingesta directa a través de la dieta. Las rutas para la obtención de los aminoácidos esenciales suelen ser largas y energéticamente costosas.

Cuando un alimento contiene proteínas con todos los aminoácidos esenciales, se dice que son de alta o de buena calidad, aunque en realidad la calidad de cada uno de los aminoácidos contenidos no cambia

#### **a. Metionina**

Church, D. (1996), reporta que la metionina es necesaria para estimular el crecimiento, por lo tanto no debe faltar en las raciones, se considera indispensable para la vida; al igual que la Treonina, Fenilalanina y Leucina, son incapaces de ser reemplazados por otros.

Ayuda en la degradación de las grasas, también ayuda al aparato digestivo removiendo los metales pesados del organismo por su capacidad de ser convertida en cisteína.

El aminoácido metionina es también un gran antioxidante pues el azufre que suministra inactiva los radicales libres.

#### **b. Cistina**

[www.consumer.es/Aminoácidosazufrados\(2006\)](http://www.consumer.es/Aminoácidosazufrados(2006)), señala que este aminoácido se encuentra en el grupo de los aminoácidos esenciales y la metionina (aminoácidos azufrados), La cisteína para muchos autores es considerada un aminoácido no esencial, ya que se puede formar a partir del anterior (metionina).

Los aminoácidos azufrados se diferencian del resto en que contienen azufre en su composición, de ahí su nombre. Tanto es así que la mayor parte del azufre que se consume en la dieta se encuentra en los aminoácidos azufrados.

Los alimentos de origen animal como la carne, el pescado, los huevos y los productos lácteos son los alimentos más abundantes en estos nutrientes.

#### **c. Lisina**

Nelson, D (2000), la Lisina es un aminoácido esencial básico que se encuentra cargado positivamente a pH neutro. Su símbolo es K en código de una letra y Lys en el de tres letras.

Es un elemento esencial para la construcción de todas las proteínas en el organismo. Desempeña un papel esencial en la absorción del calcio, en la construcción de las proteínas musculares, en la recuperación de las intervenciones quirúrgicas y, en la producción de hormonas, enzimas y anticuerpos. Estimula la liberación de la hormona del crecimiento; esto ha hecho que se utilice, sola o combinada con otros aminoácidos, en niños para

estimular el crecimiento y en ancianos para retrasar el envejecimiento. En las plantas y en los microorganismos, la lisina se sintetiza a partir del ácido aspártico, que se convierte en B-aspartil-semialdehído.

#### **d. Triptófano**

Den Boer, J., Y Westenberg, H. (2008) reporta que el triptófano es un aminoácido aromático neutro, al igual que la tirosina y la fenilalanina. Su símbolo es W en código de una letra y Trp en código de tres letras.

Es un aminoácido no polar. Es precursor del neurotransmisor serotonina, de la melatonina y de la vitamina B3 o niacina. Se le considera un aminoácido esencial.

Varios estudios han demostrado que la concentración de serotonina en el cerebro es directamente proporcional a la concentración de triptófano en el plasma y en el cerebro.

El metabolismo del triptófano es complejo y tiene muchos procesos. Requiere una cantidad adecuada de vitamina B6 y magnesio para desempeñar su función de manera adecuada.

Las neuronas (células nerviosas) lo utilizan para producir serotonina, un mensajero químico que entre otras funciones corporales, favorece la relajación. A menudo las deficiencias de vitamina B3 y triptófano se combinan con las de vitamina B6. Ello se debe a que la transformación de triptófano en niacina depende de esta última vitamina. Por cada 60 mg de triptófano dietético el nuestro organismo elabora 1 mg de vitamina B3.

#### **e. Arginina**

Levillain, O. y otros (2008), señala que la arginina es un aminoácido básico y por tanto cargado positivamente a pH neutro. Su símbolo es R en código de una

letra y Arg en código de tres letras. En 1886 el químico suizo Ernst Schulze la aisló por primera vez, de extracto de semillas de lupino.

Es un aminoácido esencial. En el tejido hepático, puede ser sintetizada en el ciclo de la ornitina o ciclo de la urea. Este aminoácido se encuentra involucrado en muchas actividades de las glándulas endocrinas. Interviene en la conservación del equilibrio del nitrógeno y del dióxido de carbono.

También tiene una gran importancia en la producción de la hormona del crecimiento, directamente involucrada en el crecimiento de los tejidos y músculos y en el mantenimiento y reparación del sistema inmunológico y sistema nervioso. Se encuentra involucrado en muchas actividades de las glándulas endocrinas.

Puede estimular la función inmunológica al aumentar el número de leucocitos. La arginina está involucrada en la síntesis de la creatina, poliamidas y en ARN.

#### **f. Treonina**

Pazmiño, A. (2007), reporta que la treonina es frecuentemente el tercer aminoácido limitante (después de lisina y metionina) en dietas de aves basadas en cebada, trigo y mandioca. Las situaciones más deficitarias se plantean en el caso de dietas de bajo contenido en proteína suplementadas con otros aminoácidos industriales.

La digestión de la treonina es relativamente lenta, como consecuencia de una baja velocidad de hidrólisis (Low, 1980) que podría estar relacionada con la especificidad de las proteasas y peptidasas implicadas. Además, su ritmo de absorción es lento (Buraczewska, 1979). Su digestibilidad es inferior a la media de la proteína y bastante variable, de forma similar a la de la lisina. Esto hace que la utilización de unidades brutas en vez de digestibles implique un error de valoración variable y dependiente del tipo de alimento.

#### **4. Análisis de aminoácidos**

El conocimiento de la composición cuantitativa de los aminoácidos de los ingredientes, es uno de los prerrequisitos más importantes para la formulación de raciones orientadas hacia la satisfacción de los requerimientos del animal.

Durante los últimos años la determinación del contenido de aminoácidos de los ingredientes ha mejorado mucho, tanto en metodología como en tecnología; entre los cuales se encuentran los siguientes:

##### **a. HPLC (Cromatografía líquida de alto desempeño)**

Guerrero, F. (2004), reporta que este proceso se puede definir como una técnica de separación que envuelve transferencias de masas entre la fase móvil y la fase estacionaria. La cromatografía por HPLC utiliza una fase líquida móvil para separar los componentes de la mezcla. La fase estacionaria es definida como el material inmóvil de la columna cromatográfica sometida a altas presiones. En la columna es donde se determinan los componentes de la mezcla a través de detectores.

La cromatografía líquida de alta eficacia se encuadra dentro de la cromatografía de elución. En ésta, un líquido (fase móvil) circula en íntimo contacto con un sólido u otro líquido inmisible (fase estacionaria); al introducir una mezcla de sustancias (analitos) en la corriente de fase móvil, cada analito avanzará a lo largo del sistema con una velocidad diferente que dependerá de su afinidad por cada una de las fases.

Esto supone que después de terminado el recorrido de la muestra por la columna, cada una de las sustancias introducidas en el sistema eluirá con un tiempo diferente, es decir, estarán separada.

## **b. NIIR's (Espectroscopía de Reflectancia Cercana al Infrarrojo)**

Givens et al. (1997), desde la década del setenta se perfila a nivel mundial la espectroscopia de reflectancia cercana al infrarrojo (NIRS), como una técnica alternativa a los métodos químicos y químico-biológicos tradicionales, con muy buen potencial para obtener estimaciones seguras y muy rápidas de la composición química nutricional de forrajes. En los últimos años se han desarrollado numerosas aplicaciones para evaluar composición, monitorear procesamiento y certificar calidad de alimentos, tanto para animales, como para la población humana y todo hace suponer que las aplicaciones aumentarán.

## **D. METIONINA**

### **1. Concepto**

<http://www.nutritec.com.uy/aves-y-cerdos/Aminoácidos/35-metionina-99>, reporta que la metionina es uno de los aminoácidos esenciales que junto a la lisina son los que más comunes, se encuentran como factor limitante en la formulación de raciones. Es por lo tanto normalmente necesaria su suplementación.

Se caracteriza por la presencia de azufre y de un grupo metilo libre, lo que la diferencia de todos los otros aminoácidos.

Su función biológica es múltiple: síntesis proteica, formación de otros aminoácidos azufrados importantes, tales como la cistina importante en la formación de plumas, síntesis del glutatión (oxidación celular), en la del ácido taurcólico y enzimas sulfidrilos y conduce a la síntesis de creatina, colina y acetilcolina.

### **2. Funciones de la metionina**

[www.naturallya.com](http://www.naturallya.com)ventas@naturallya, reporta que la metionina colabora en la síntesis de proteínas y constituye el principal limitante en las proteínas de la



dieta. El aminoácido limitante determina el porcentaje de alimento que va a utilizarse a nivel celular.

La Metionina además de un aminoácido esencial, es un antioxidante de gran alcance y una buena fuente de azufre para el cuerpo. Este deriva en adenosil metionina (SAM), sirviendo como donante de metiles. Es uno de los principales elementos de consolidación de las proteínas implicadas en la formación de células y tejidos.

#### **a. Protección hepática**

Es necesaria para fabricar cisteína, un componente del glutatión, el potente tripéptido protector hepático que neutraliza los innumerables compuestos que se sabe dañan al hígado. El papel de la metionina como agente lipotrópico también ayuda a reducir una función hepática deprimida debido a una acumulación excesiva de grasas.

#### **b. Desintoxicante**

A través de su conversión a cisteína, la metionina puede ayudar en la desintoxicación debida a una síntesis aumentada del glutatión.

El glutatión facilita la desintoxicación en el hígado y en las células mediante la neutralización de ciertas toxinas, radicales libres y productos secundarios de los residuos metabólicos y hormonales.

#### **c. Agente Lipotrópico**

La metionina inhibe la acumulación de depósitos grasos en los órganos nobles, especialmente en el hígado.

#### **d. Antialérgica**

La metionina parece ser de gran ayuda para reducir la severidad de las reacciones tanto a los alérgenos relacionados con los alimentos como a los

respiratorios. Esto se debe a su capacidad para desintoxicar de histamina, el principal producto químico implicado en las reacciones alérgicas.

#### **e. Hiperestrogenismo**

La metionina puede facilitar la eliminación del exceso de estrógeno en el cuerpo. Los niveles estrogénicos elevados se asocian con mucha frecuencia a una función hepática retardada debido a la acumulación de grasa.

### **3. Fuentes de metionina para corregir deficiencias en la dieta**

La Metionina es un aminoácido esencial para el desarrollo, en sí para la vida. Los aminoácidos esenciales no pueden ser fabricados por el organismo y deben ser aportados en la dieta o en caso contrario pueden producir trastornos en el normal desarrollo y la producción.

#### **a. Metionina sintética**

[fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/aminoacidos-de-origen-industrial](http://fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/aminoacidos-de-origen-industrial), reporta que la Metionina se comercializa actualmente en dos formas: DL-Met (CE 3.1.1) y análogo hidroxilado de la Met (CE 3.1.6) (ácido 2-hidroxi-4-metilmercapto butírico ó HMB ó ácido DL-2-hidroxi-4-metiltiobutanoico ó MHA). A partir del hidroxianálogo de Met se obtiene y comercializa la sal cálcica correspondiente (CE 3.1.7).

La DL-Met se obtiene mediante síntesis química a partir de propileno, metiltiol, metano y amoníaco. El producto comercial sólido tiene una riqueza en Met superior al 99%, y el líquido (sal sódica; CE 3.1.4), menos utilizado por la industria, contiene un 40% de Met y un 6,2% de Na.

El hidroxianálogo de la Met está disponible en forma líquida o sólida. La presentación líquida contiene un 85% de ácidos, de los que las formas monoméricas deben superar el 65%. La forma sólida (sal cálcica, 12% Ca) se obtiene por síntesis química a partir del óxido de Ca y del ácido 2-hidroxi 4-metiltiobutanoico y contiene un 83% del monómero.

La equivalencia en Met disponible entre las formas DL y OH de la Met ha sido objeto de un gran debate en los últimos 25 años, con valores de disponibilidad publicados comprendidos entre el 60 y el 100%, correspondiendo las cifras más bajas normalmente a dietas semisintéticas y piensos con baja relación Arg:Lys.

#### **b. Metionina Orgánica**

Kalbande, V. et al (2009), señala que la metionina es el aminoácido limitante para las aves de corral. Se realizó un experimento para determinar la eficacia comparativa de suplemento de metionina DL-metionina y de metionina Orgánica en el crecimiento y el rendimiento de los pollos de engorde. Una mejora significativa en el crecimiento y el rendimiento general fue observado en las aves suplementadas con metionina Orgánica. Este estudio demuestra que la metionina Orgánica puede reemplazar a la DL-metionina de manera muy eficiente cuando se usa a la tasa de 1 g / kg de dieta de pollo de engorde comercial.

Natur Krauter Ltd., la naturaleza ha proporcionado metionina a las plantas en forma de isómero 'L' como dipéptidos y oligopéptidos junto con sus precursores e intermediarios para facilitar la biosíntesis óptima de metionina, según las necesidades fisiológicas de sustento y el crecimiento.

La naturaleza simultáneamente proporciona las enzimas requeridas para la conversión de metionina en S-adenosil metionina (SAM) activo, es decir metionina para su utilización óptima. Por lo tanto, en el compuesto de metionina orgánica, la metionina está disponible como una composición natural y fácilmente digerible y de liberación sostenida, los péptidos conjugados y otras formas, donde la conjugación confiere afinidad y precisión en el receptor junto con una mayor biodisponibilidad.

La metionina orgánica es un compuesto bioactivo natural que contiene metionina natural en estado libre así como dipéptido conjugado y formas de oligopéptidos junto con SAM y enzimas necesarios para la conversión de

metionina en SAM y su utilización para la donación de un grupo metilo y síntesis de proteínas.

La metionina orgánica también contiene precursores e intermediarios de la metionina como ácido fólico y recicladores de enzimas que intervienen en el proceso de síntesis de la metionina.

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se llevó a cabo en la avícola “Vabrului” de propiedad del Ing. Marco Hurtado Orellana, localizada en el Km. 1 ½ a 600 metros al margen derecho de la vía Quevedo San Carlos, su ubicación geográfica es 1°3'18" de latitud sur y 79°25'24" de longitud oeste, a una altura de 73 msnm. (Cuadro 9).

Cuadro 9. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

Parámetro	Promedio
Temperatura °C	24,50
Humedad relativa %	89,00
Heliofanía horas/luz/año	508,40
Precipitación anual / mm	2893,00

Fuente: Departamento Agro Meteorológico del INIAP, (2010).

La presente investigación tuvo una duración de 120 días.

### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Las unidades experimentales para la investigación estuvieron conformadas por un total de 384 pollos parrilleros de un día de edad los cuales se distribuyeron al azar en tres tratamientos, con cuatro repeticiones en dos ensayos consecutivos, cada unidad experimental estuvo conformada por 16 pollos parrilleros.

El ensayo estuvo conformado por 192 aves cada vez la distribución se reporta muy claramente más adelante en el cuadro 13.

## C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

### 1. Materiales

Los materiales que se utilizaron durante el proceso investigativo se detallan en el cuadro 10:

Cuadro 10. MATERIALES

Denominación	Detalle
Material avícola	Pollos bebe, cascarilla de arroz, comederos, bebederos, criadoras, cilindros con gas, carretilla, escoba, pala, baldes, costales, registros, overol, botas de caucho, fundas plásticas, desinfectantes, bomba de mochila, encendedor
Materias primas	Maíz, soya, harina de pescado, aceite, fosfato monodicalcico, carbonato de calcio, sal, vitaminas, dl-metionina, metionina Orgánica, lisina, treonina, colina, enzimas, promotor de crecimiento, coccidiostato, antioxidante, secuestrante de toxinas
Suministros de oficina	Procesador, impresora, lápiz, esfero, papel, dispositivo USB para almacenamiento de datos

Fuente: Oñate F. (2012).

## **Equipos**

Cuadro 11. EQUIPOS

Denominación	Detalle
Equipo de laboratorio	Balanza analítica, balanza electrónica, material de vidrio, reactivos químicos.
Equipo de oficina	Cámara fotográfica, computador, impresora, archivador, carpetas.
Equipo avícola	Balanza digital, equipo de disección, equipo de limpieza y desinfección

Fuente: Oñate F. (2012).

## **2. Insumos**

Cuadro 12. INSUMOS

Denominación	Detalle
Medicinas	Antibióticos, expectorantes
Biológicos	Vacunas
Vitaminas	Multivitamínicos

Fuente: Oñate F. (2012).

## **3. Instalaciones**

Para las etapas: inicial, desarrollo y acabado se utilizó una instalación adecuada (galpón de pruebas), con el objeto de obtener datos confiables, el mismo estuvo situado en la avícola “Vabrului” de propiedad del Ing. Marco Hurtado Orellana, localizada en el Km. 1 ½ a 600 metros al margen derecho de la vía Quevedo San Carlos.

## **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los tratamientos que se evaluaron durante la investigación estuvieron conformados por la aplicación de 3 tratamientos con 4 repeticiones y dos ensayos consecutivos, los cuales fueron evaluados bajo un Diseño

Completamente al Azar (DCA), con arreglo combinatorio y se analizaron con el paquete estadístico INFOSTAT, se consideró a las fuentes de proteína como factor A y a los ensayos como factor B, los mismos que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$ :	Valor estimado de la variable
$\mu$ :	Promedio
$\alpha_i$ :	Efecto de las fuentes de metionina
$\beta_j$ :	Efecto de los ensayos
$\alpha\beta_{ij}$ :	Efecto de la Interacción AxB
$\epsilon_{ij}$ :	Efecto del error Experimental

## 1. Esquema del experimento

En el cuadro 13 se representa el esquema del experimento:

Cuadro 13. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Fuentes de Metionina	Ensayos	Código	Repet.	Aves / U. E.	Aves / Tratamiento
DL Metionina	1	A1 B1	4	16	64
	2	A1 B2	4	16	64
DL Met 50% + Met Org.50%	1	A2 B1	4	16	64
	2	A2 B2	4	16	64
Metionina Orgánica	1	A3 B1	4	16	64
	2	A3 B2	4	16	64
Total de aves					384

T.U.E. = Tamaño de las unidades experimentales (16 aves), Fuente: Oñate F. (2012).



## 2. Raciones Experimentales

En los cuadros expuestos a continuación se detallan las raciones alimenticias que serán empleadas a lo largo de la presente investigación:

Cuadro 14. DIETA PARA LA FASE DE INICIO

Ingredientes	Tratamientos		
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Maíz nacional	56,600	56,600	56,600
Pasta de soya	35,000	35,000	35,000
Harina de pescado	2,000	2,000	2,000
Aceite de palma	1,800	1,800	1,800
Fosfato monodicalcico	1,350	1,350	1,350
Carbonato de calcio	1,550	1,550	1,550
Cloruro de sodio	0,300	0,300	0,300
DL- Metionina	0,336	0,183	0,000
Metionina Orgánica	0,000	0,183	0,336
Lisina	0,323	0,323	0,323
Treonina	0,112	0,112	0,112
Colina	0,050	0,050	0,050
Vitaminas	0,150	0,150	0,150
Promotor de crecimiento	0,040	0,040	0,040
Antimicótico	0,100	0,100	0,100
Antioxidante	0,025	0,025	0,025
Coccidiostato	0,035	0,035	0,035
Enzimas	0,050	0,050	0,050
Secuestrante de toxinas	0,200	0,200	0,200
Total	100,021	100,021	100,021

Elaborado: Oñate, F. (2012).

Cuadro 15. DIETA PARA LA FASE DE CRECIMIENTO.

Ingredientes	Tratamientos		
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Maíz nacional	60,000	60,000	60,000
Pasta de soya	30,000	30,000	30,000
Harina de pescado	3,000	3,000	3,000
Aceite de palma	3,000	3,000	3,000
Fosfato monodicalcico	0,900	0,900	0,900
Carbonato de calcio	1,500	1,500	1,500
Cloruro de sodio	0,400	0,400	0,400
DL- Metionina	0,260	0,130	0,000
Metionina Orgánica	0,000	0,130	0,260
Lisina	0,240	0,240	0,240
Treonina	0,067	0,067	0,067
Colina	0,050	0,050	0,050
Vitaminas	0,150	0,150	0,150
Promotor de crecimiento	0,050	0,050	0,050
Antimicótico	0,100	0,100	0,100
Antioxidante	0,025	0,025	0,025
Coccidiostato	0,040	0,040	0,040
Enzimas	0,050	0,050	0,050
Secuestrante de toxinas	0,170	0,170	0,170
Total	100,002	100,002	100,002

Elaborado: Oñate, F. (2012).

Cuadro 16. DIETA PARA LA FASE DE ENGORDE.

Ingredientes	Tratamientos		
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Maíz nacional	65,300	65,300	65,300
Pasta de soya	27,000	27,000	27,000
Aceite de palma	3,600	3,600	3,600
Fosfato monodicalcico	1,100	1,100	1,100
Carbonato de calico	1,500	1,500	1,500
Cloruro de sodio	0,400	0,400	0,400
DL- Metionina	0,220	0,110	0,000
Metionina Orgánica	0,000	0,110	0,220
Lisina	0,200	0,200	0,200
Treonina	0,036	0,036	0,036
Colina	0,050	0,050	0,050
Vitaminas	0,150	0,150	0,150
Promotor de crecimiento	0,050	0,050	0,050
Antimicótico	0,100	0,100	0,100
Antioxidante	0,025	0,025	0,025
Coccidiostato	0,040	0,040	0,040
Enzimas	0,050	0,050	0,050
Secuestrante de toxinas	0,200	0,200	0,200
Total	100,021	100,021	100,021

Elaborado: Oñate, F. (2012).

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Peso inicial g.
- Peso final g.
- Ganancia de peso/día g.
- Ganancia de peso/semanal g.
- Consumo de alimento/día g.
- Consumo de alimento/semanal g
- Conversión alimenticia

- Índice de Efectividad Europea
- Mortalidad

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

- Análisis de varianza para las diferencias
- Separación de Medias según Duncan ( $P \leq 0.05$ ) y ( $P \leq 0.01$ ).
- Análisis de regresión y correlación

### **1. Esquema del ADEVA**

A continuación se detalla el esquema para el análisis de varianza (cuadro 17).

Cuadro 17. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	23
Fuentes de Metionina (A)	2
Ensayos (B)	1
Interacción (AxB)	2
Error	18

Elaborado: Oñate, F. (2012).

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Descripción del experimento**

- Para la ejecución del trabajo de campo se utilizaron 192 pollos parrilleros por ensayo de un día de nacidos con peso promedio 43,06 g, los mismos que fueron alojados en un galpón de 90 m<sup>2</sup> durante un periodo de 16 semanas.

- En el primer día al recibir los pollos parrilleros se suministró agua potabilizada y vitaminas más electrolitos, y de alimento, además fueron alojados en un ambiente con una temperatura adecuada.
- El segundo día se proveyó el alimento según el tratamiento correspondiente, previo un sorteo al azar, la cantidad de alimento proporcionado fue de acuerdo a la casa genética representante de la línea.
- La alimentación se efectuó dos veces al día, la primera porción a las 8h00 y la otra a las 16h00, el suministro de agua fue a voluntad, los tres tratamientos recibieron igual cantidad de alimento, realizando un registro del sobrante.

El registro de los pesos de los pollitos se realizó periódicamente, para calcular la ganancia de peso por medio de la diferencia entre pesos inicial y final, la conversión alimenticia se calculó de la relación consumo de alimento y ganancia de peso en cada una de las etapas.

## 2. Programa sanitario

A continuación describe a detalle el calendario de vacunación que recibieron las aves durante la presente investigación, es necesario indicar que las mismas fueron administradas en forma directa, gumboro al pico o sea en forma oral, y las respiratorias al ojo.

Cuadro 18. CALENDARIO DE VACUNAS

Biológico	Edad del ave
Gumboro + New Castle	4 días
Gumboro + Bronquitis	11 días
New Castle + Bronquitis	18 días

Elaborado: Oñate, F. (2012).

## **H. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1. Peso Inicial**

Se pesó la caja con los pollitos BB realizando el cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{W_{\text{caja con pollitos}} - W_{\text{caja vacia}}}{\# \text{ total de pollitos}}$$

### **2. Ganancia de peso**

Se determinó por diferencia de pesos (inicial y final), estos fueron registrados en forma individual, periódica y total, la fórmula es la siguiente:

$$GP = \text{Peso Final g} - \text{Peso Inicial g}$$

### **3. Consumo de alimento**

Se obtiene mediante el consumo de materia seca acumulado en las fases de investigación, es decir:

$$CMS = \text{Consumo de balanceado MS (Kg)}$$

### **4. Conversión Alimenticia**

Es la relación entre:

$$CA = \frac{\text{Kg de alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso (kg)}}$$

### **5. Índice de Eficiencia Europea**

$$IEE = \frac{\text{Promedio de crecimiento diario} * \text{Viabilidad}}{\text{Conversión alimenticia}}$$

## 6. **Mortalidad**

$$\% Mortalidad = \frac{N \text{ aves muertas}}{N \text{ Total de aves}} * 100$$

## 7. **Beneficio / Costo**

Se calcula de la siguiente manera al culminar la investigación:

$$BC = \frac{Total \text{ de Ingresos}}{Total \text{ de Egresos}}$$

## **VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **A. PESO DE LAS AVES**

Los pollitos que se utilizaron en la presente investigación, para el primero y segundo ensayo registraron 43,08 y 43,03 g, de esta manera se puede mencionar que fueron homogéneos puesto que registraron un coeficiente de variación de 1,32% (anexo 1).

A los 7 días las aves que recibieron DL Metionina en un 100% registraron 150,44 g, los mismos que dieron significativamente de los tratamientos a base de DL metionina 50% + Metionina Orgánica 50% y Metionina Orgánica 100% con los cuales se determinaron 138,36 y 136,23 g (cuadro 19 Gráfico 1), esto quizá se deba a que hasta esta edad, las aves de ceba responden adecuadamente a la DL metionina 100%, no así cuando se aplica en un 50% de esta mas Metionina Orgánica y Metionina Orgánica en un 100%, esto quizá se deba a que la DL Metionina tiene una múltiple función proteica, incluso tiene la capacidad de formar otros aminoácidos azufrados tales como la cistina importante en la formación de plumas, además el aminoácido sintético tiene una riqueza de Metionina del 99% las que provienen de metileno, metiltiol, metano y amoniaco.

Transcurridos 14 días, las aves que alcanzaron 396,73 g, fueron aquellas que recibieron en su dieta DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50%, la misma que difiere significativamente ( $P < 0,05$ ) del resto de tratamientos, tales como la DL Metionina sintética 100 % y Metionina Orgánica 100 %, puesto que registraron 364,70 y 350,01 g (Gráfico 2), por lo señalado se puede mencionar que a partir de los 7 días, la combinación de la DL Metionina y Orgánica en proporciones iguales fueron las que mejor resultado reportaron, esto quizá se deba a que de esta manera existe una complementación de componentes naturales y sintéticos que hacen más eficientes en el organismo de los pollos a partir de los 7 días, puesto que incluso permitió superar a la DL Metionina, de esta manera se corrobora lo que manifiesta



Cuadro 19. PESO DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA Y EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	Aminoácidos			E. E.	Prob.	Ensayos		E. E.	Prob.
	DL Met	DL Met+Met Org	Met Org			1	2		
Peso inicial (g)	42,89	43,35	42,93			43,08	43,03		
Peso 7 días (g)	150,44 a	138,51 b	136,23 c	0,18	0,00	141,81 a	141,64 a	0,14	0,40
Peso 14 días (g)	364,89 b	396,73 a	350,01 b	10,58	0,02	363,61 a	377,47 a	8,64	0,27
Peso 21 días (g)	796,70 a	810,16 a	730,37 b	17,25	0,01	781,35 a	776,81 a	14,08	0,82
Peso 28 días (g)	1278,94 a	1277,71 a	1150,58 b	19,34	0,00	1237,07 a	1234,41 a	15,79	0,91
Peso 35 días (g)	1859,04 a	1872,55 a	1727,78 b	32,63	0,01	1821,04 a	1818,54 a	26,64	0,95
Peso 42 días (g)	2515,54 a	2513,59 a	2386,54 b	34,50	0,02	2492,17 a	2451,61 a	28,17	0,32

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob.: Probabilidad

Cuadro 20. PESO DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA EN INTERACCIÓN CON LOS ENSAYOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	DL Met 50 % + Met Orgánica										E. E.	Prob.		
	DL Met				50 %		Metionina Orgánica							
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 1				Ensayo 2	
Peso inicial (g)	43,09		42,69		43,39		43,31		42,76		43,10			
Peso 7 días (g)	150,66	a	150,22	a	138,52	a	138,50	a	136,27	a	136,19	a	0,25	0,666
Peso 14 días (g)	347,28	a	382,50	a	396,27	a	397,19	a	347,28	a	352,73	a	14,96	0,475
Peso 21 días (g)	807,92	a	785,47	a	807,48	a	812,84	a	728,63	a	732,11	a	24,40	0,818
Peso 28 días (g)	1284,75	a	1273,13	a	1276,41	a	1279,02	a	1150,06	a	1151,09	a	27,35	0,960
Peso 35 días (g)	1879,69	a	1838,39	a	1850,27	a	1894,84	a	1733,17	a	1722,39	a	46,15	0,647
Peso 42 días (g)	2556,09	a	2474,98	a	2531,25	a	2495,94	a	2389,17	a	2383,91	a	48,78	0,739

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad

Natur Krauter Ltd., que la naturaleza ha proporcionado Metionina a las plantas en forma de isómero 'L' como dipéptidos y oligopéptidos junto con sus precursores e intermediarios para facilitar la biosíntesis óptima de metionina, según las necesidades fisiológicas de sustento y el crecimiento principalmente de aves que requieren de este elemento para expresar su potencial genético.

La utilización de DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% y DL metionina 100% a partir de los 21 días registraron los pesos más altos hasta los 42 días que duró la investigación, tratamientos que difieren significativamente de la metionina Orgánica 100 % puesto que a los 21, 28, 35 y 42 días registraron 730,37; 1150,58; 1727,78 y 2386,54 g, de peso vivo respectivamente, de esta manera se puede manifestar que si bien es cierto la metionina Orgánica cumple con el objetivo de mejorar el peso en las aves, pero su eficiencia es menor que la DL metionina sintética, esto puede deberse a que la metionina sintética es obtenida mediante procesos químicos y se encuentra más pura que la Orgánica, lo cual hace más aprovechable, o hace que sus componentes forman parte de las estructuras celulares para que se transforme en otros aminoácidos esenciales para que formen parte de la estructura de las células de las aves.

A pesar de que se dice que la Metionina Orgánica ha sido desarrollada por fuentes ricas en Metionina y síntesis de plantas naturales para satisfacer armoniosamente los requisitos de Metionina en las aves de corral y el ganado, estas no tienen la misma eficiencia que la metionina sintética, esto se debe a que este aminoácido es un compuesto bioactivo natural que contiene metionina natural en estado libre así como dipéptido conjugado y formas de oligopéptidos junto con SAM y enzimas necesarios para la conversión de metionina en SAM y su utilización para la donación de un grupo metilo y síntesis de proteínas.

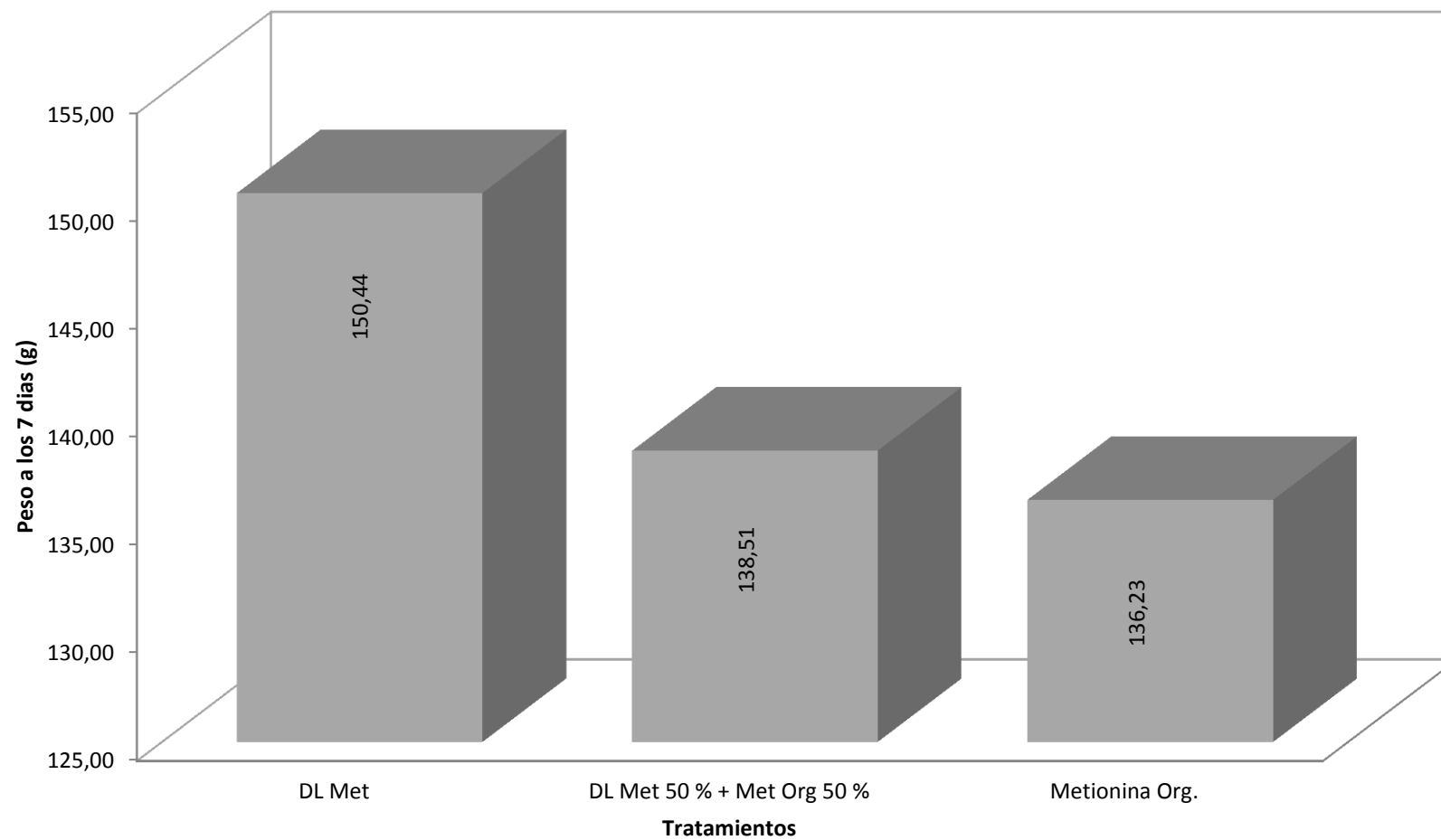


Gráfico 1. Peso de pollos a los 7 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

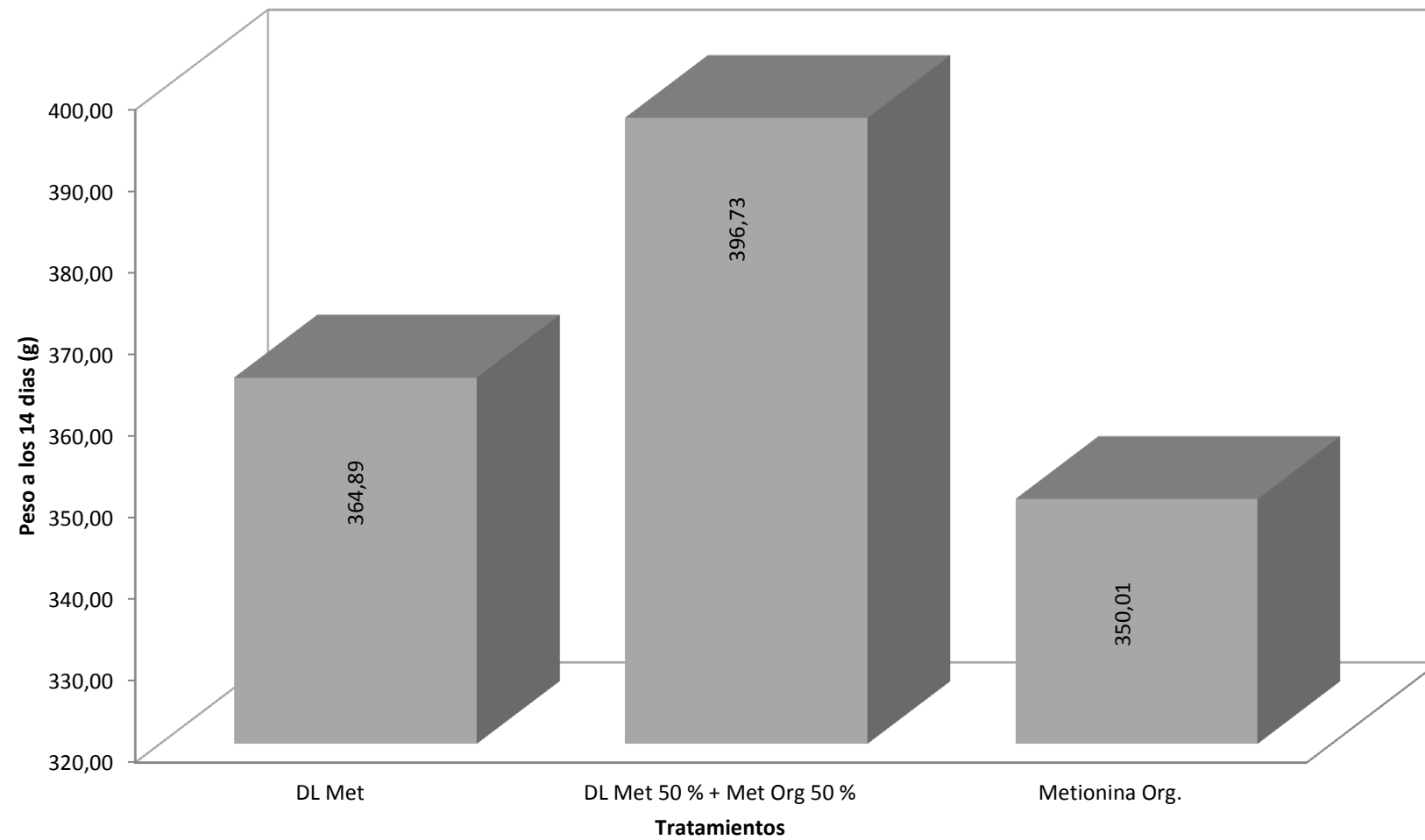


Gráfico 2. Peso de pollos a los 14 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

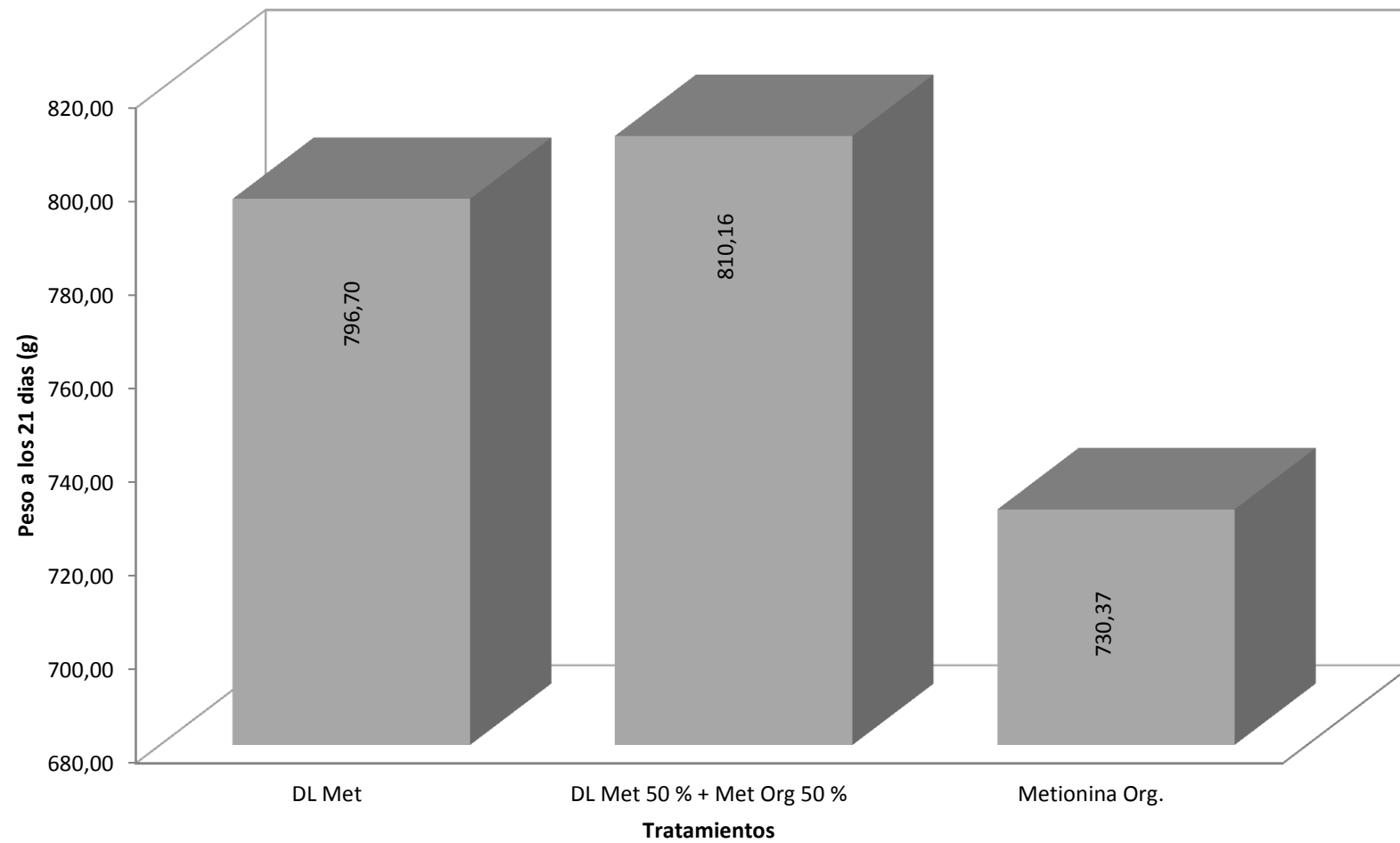


Gráfico 3. Peso de pollos a los 21 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

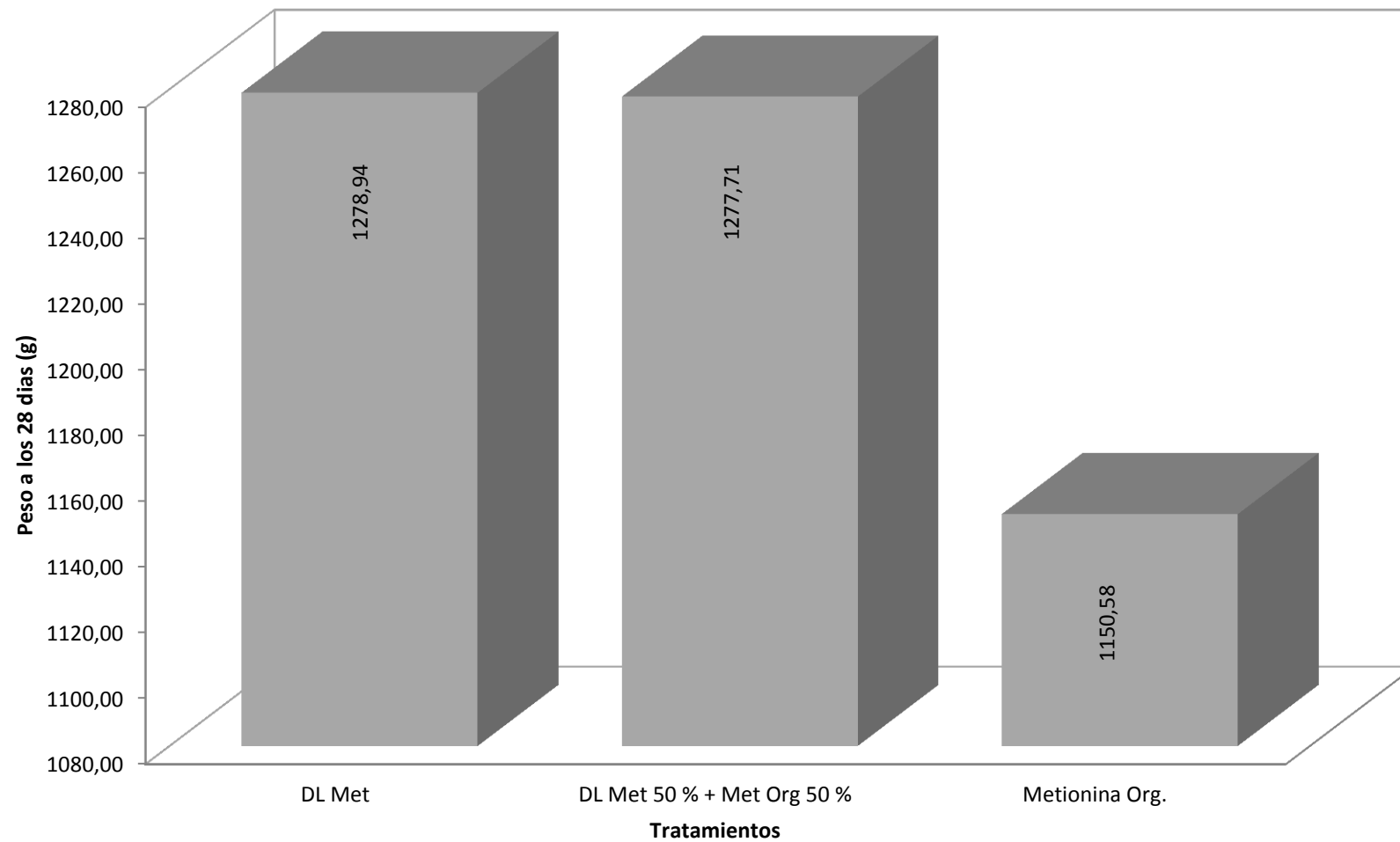


Gráfico 4. Peso de pollos a los 28 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

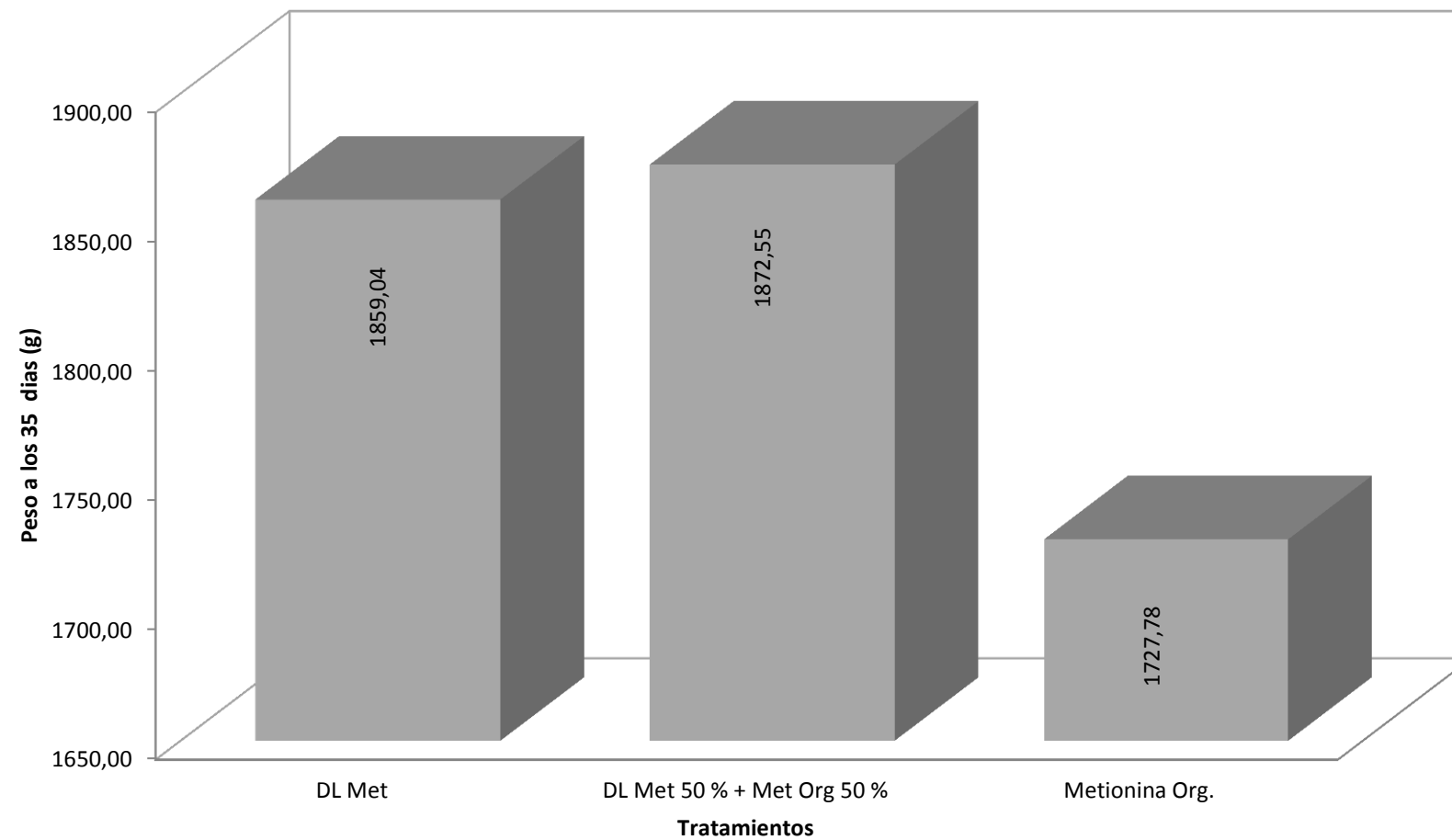


Gráfico 5. Peso de pollos a los 35 días sometidos a dos fuentes de Metionina.



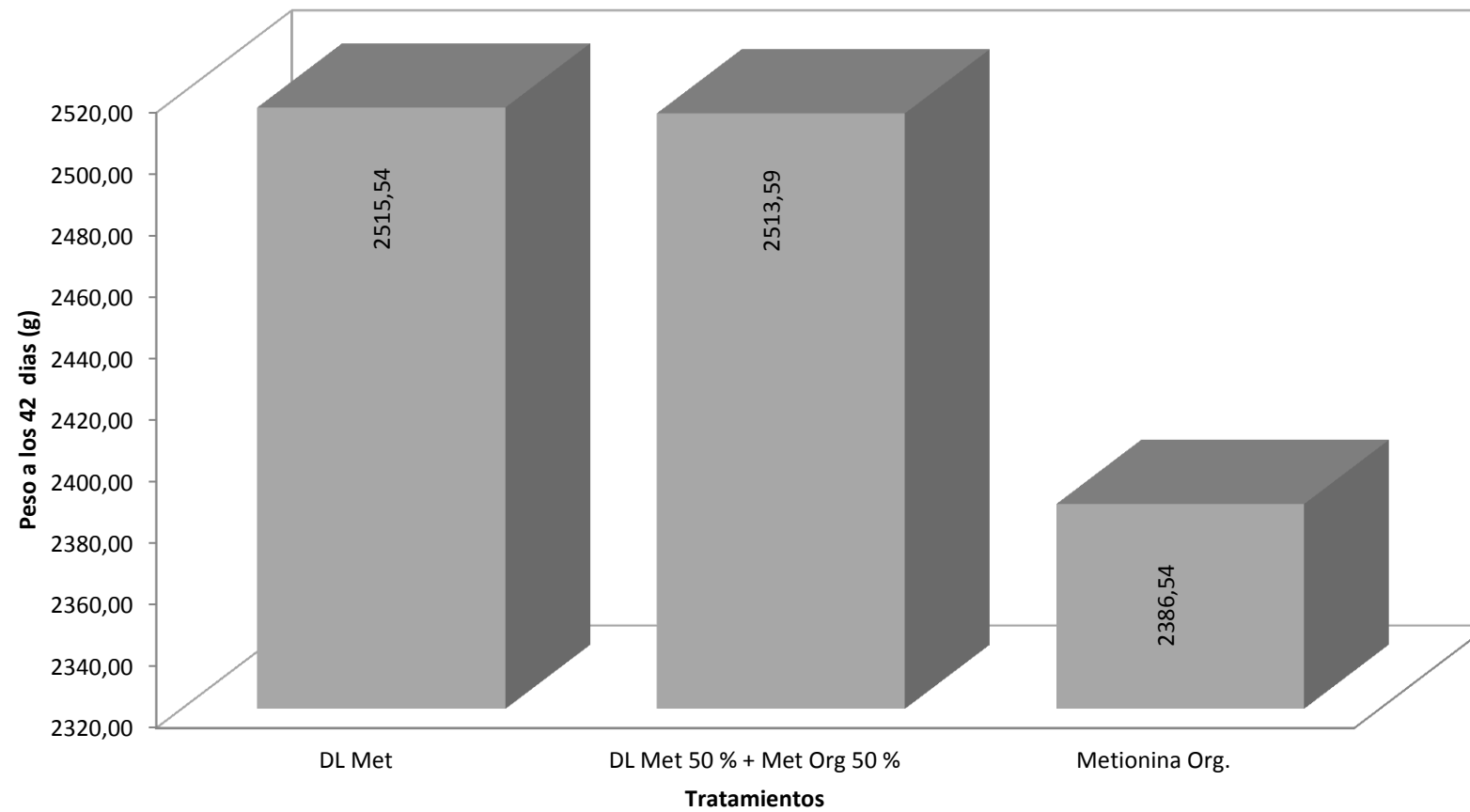


Gráfico 6. Peso de pollos a los 42 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

Asqui, C. (2010), al utilizar nucleótidos en los pollos broilers registró a los, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días pesos de 121,59; 243,21; 460,41; 874,67; 1092,09 y 1463,06 g, valores inferiores a los registrados en la presente investigación, debiéndose a que la presente investigación se desarrolló en la zona tropical, lugar en el cual existe mayor disponibilidad de oxígeno en la atmosfera, el mismo que hace diferentes de otras investigaciones.

A 47 días, los pollos COBB según Vinueza, D. 2013, registra pesos de 3008,24 a 3288,30 g, los cuales son superiores a los registrados en la presente investigación, de la misma manera (Andrade, V. 2011), los pollos COBB 500 a los 49 días alcanzaron un peso promedio de de 2754,14 g, valores semejantes a pesar de que este investigador demuestra los datos a los 49 días de edad.

Al analizar los resultados experimentales mediante el análisis de regresión (Gráfico 7), se puede apreciar que la utilización de DL metionina sintética, DL Metionia + Metionina Orgánica y Metionina Orgánica pura hasta los 42 días, el peso de los pollos responden a una regresión de segundo orden, por lo que está relacionado significativamente ( $P < 0,01$ ), así podemos manifestar que el peso está en función del tiempo, el 99,58; 99,63 y 99,43 % y del periodo de manejo y por cada día que transcurre el peso de las aves se incrementa en 7,99; 13,86 y 12,26 hasta los 14 días aproximadamente, a partir de esto, se puede manifestar que este crecimiento crece acelerado hasta los 42 días incrementándose 1,14; 1,09 y 1,135 g respectivamente.

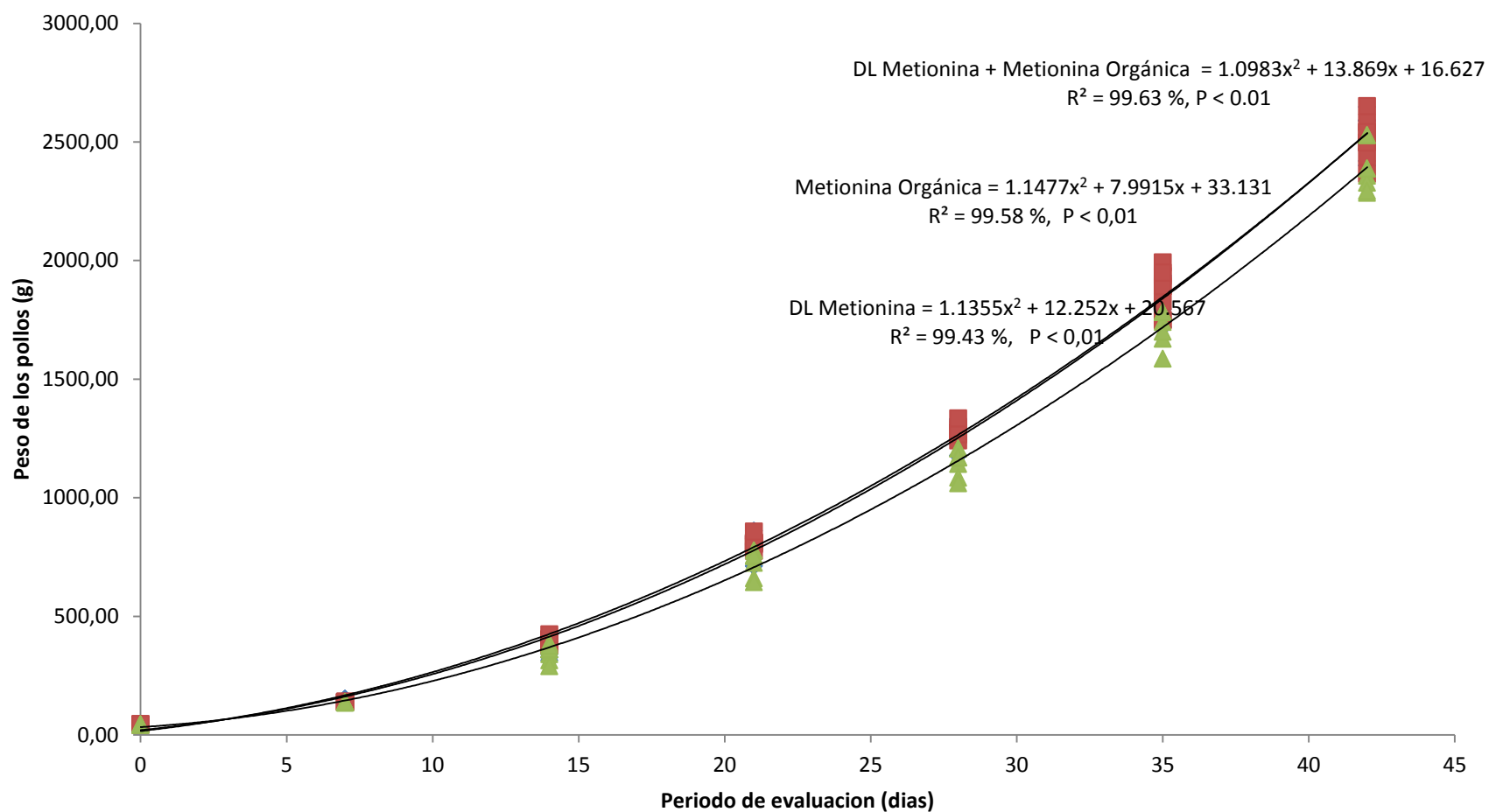


Gráfico 7. Comportamiento del peso de pollos en función del periodo de crecimiento y engorde sometidos a dos fuentes de Metionina.

## **B. GANANCIA DE PESO**

A los 7 días de investigación los pollos que recibieron DL metionina las aves registraron una ganancia de peso de 107,55 g, los cuales difieren significativamente de los tratamientos a base de DL metionina 50% + Metionina Orgánica 50% y metionina Orgánica 100%, puesto que registraron 95,16 y 93,30 g (cuadro 23, Gráfico 8).

Transcurridos 14 días, la aplicación de DL metionina 50% + Metionina Orgánica 50%, las aves registraron una ganancia de peso de 258,22 g, los cuales difieren significativamente de los tratamientos a base de DL metionina 100% y Metionina Orgánica, puesto que alcanzaron ganancias de peso de 214,45 y 213,78 g (cuadro 23, Gráfico 9), pudiendo manifestarse que la combinación de estas dos fuentes de Metionina permiten una mejor eficiencia en las aves en la segunda semana de desarrollo.

La utilización de DL Metionina 100% a los 21 días permitió registrar 413,81 g valor que difiere significativamente de los tratamientos DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% y Metionina Orgánica, puesto que alcanzaron ganancias de peso de 413,44 y 380,36 g (cuadro 23, Gráfico 9), de esta manera se puede mencionar que la metionina sintética permite mejores ganancias, debido a que su esta tiene una alta concentración además de estar libre para actuar en el metabolismo de los animales, lo que no ocurre con este aminoácido Orgánica.

La Aplicación de DL metionina 100% a los 28 días permitió registrar 482,24 g valor que difiere significativamente de la DL metionina 50 % + Metionina Orgánica 50% y Metionina Orgánica, con las cuales se alcanzaron 467,55 y 420,21 g (Gráfico 00), por lo que se puede mencionar que la metionina sintética permite buenas ganancias de peso, debido a que su esta tiene una alta concentración y pureza por lo que su acción es eficiente en la digestión de las proteínas disponibles en la alimentación de estas aves.

Cuadro 21. GANANCIA DE PESO DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA Y EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	Aminoácidos						Ensayos							
	DL Met		DL Met+Met Org		Met Org		E. E.	Prob.	1		2		E. E.	Prob.
Ganancia de peso 7 días (g)	107,55	a	95,16	B	93,30	c	0,24	0,00	98,73	a	98,60	a	0,19	0,64
Ganancia de peso 14 días (g)	214,45	b	258,22	A	213,78	b	10,54	0,01	221,79	a	235,84	a	8,61	0,26
Ganancia de peso 21 días (g)	431,81	a	413,44	ab	380,36	b	14,64	0,06	417,74	a	399,33	a	11,95	0,29
Ganancia de peso 28 días (g)	482,24	a	467,55	B	420,21	c	4,60	0,00	455,73	a	457,60	a	3,75	0,73
Ganancia de peso 35 días (g)	580,10	a	594,84	A	577,20	a	29,91	0,91	583,97	a	584,13	a	24,42	1,00
Ganancia de peso 42 días (g)	656,50	a	641,04	A	658,76	a	33,51	0,09	671,13	a	633,07	a	27,36	0,34
Ganancia de peso total (g)	2472,65	a	2470,25	A	2343,61	b	34,49	0,02	2449,09	a	2408,58	a	28,16	0,32
Ganancia de peso diario (g)	58,87	a	58,82	A	55,80	b	0,82	0,01	58,31	a	57,35	a	0,67	0,17

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad

Cuadro 22. GANANCIA DE PESO DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA EN INTERACCIÓN CON LOS ENSAYOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	DL Met 50 % + Met										E. E.	Prob.		
	DL Met				Orgánica 50 %		Metionina Orgánica							
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 1				Ensayo 2	
Ganancia de peso 7 días (g)	107,57	a	107,53	a	95,13	a	95,19	a	93,51	a	93,09	a	0,33	0,754
Ganancia de peso 14 días (g)	196,62	a	232,28	a	257,75	a	258,69	a	211,01	a	216,55	a	14,91	0,464
Ganancia de peso 21 días (g)	460,65	a	402,97	a	411,22	a	415,66	a	381,35	a	379,38	a	20,70	0,281
Ganancia de peso 28 días (g)	476,83	a	487,65	a	468,92	a	466,17	a	421,43	a	418,98	a	6,50	0,504
Ganancia de peso 35 días (g)	594,94	a	565,27	a	573,86	a	615,83	a	583,11	a	571,29	a	42,29	0,683
Ganancia de peso 42 días (g)	676,41	a	636,59	a	680,98	a	601,09	a	655,99	a	661,52	a	47,39	0,671
Ganancia de peso total (g)	2513,00	a	2432,29	a	2487,86	a	2452,63	a	2346,41	a	2340,81	a	48,78	0,743
Ganancia de peso diario (g)	59,83	a	57,91	a	59,23	a	58,40	a	55,87	a	55,73	a	1,16	0,071

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad

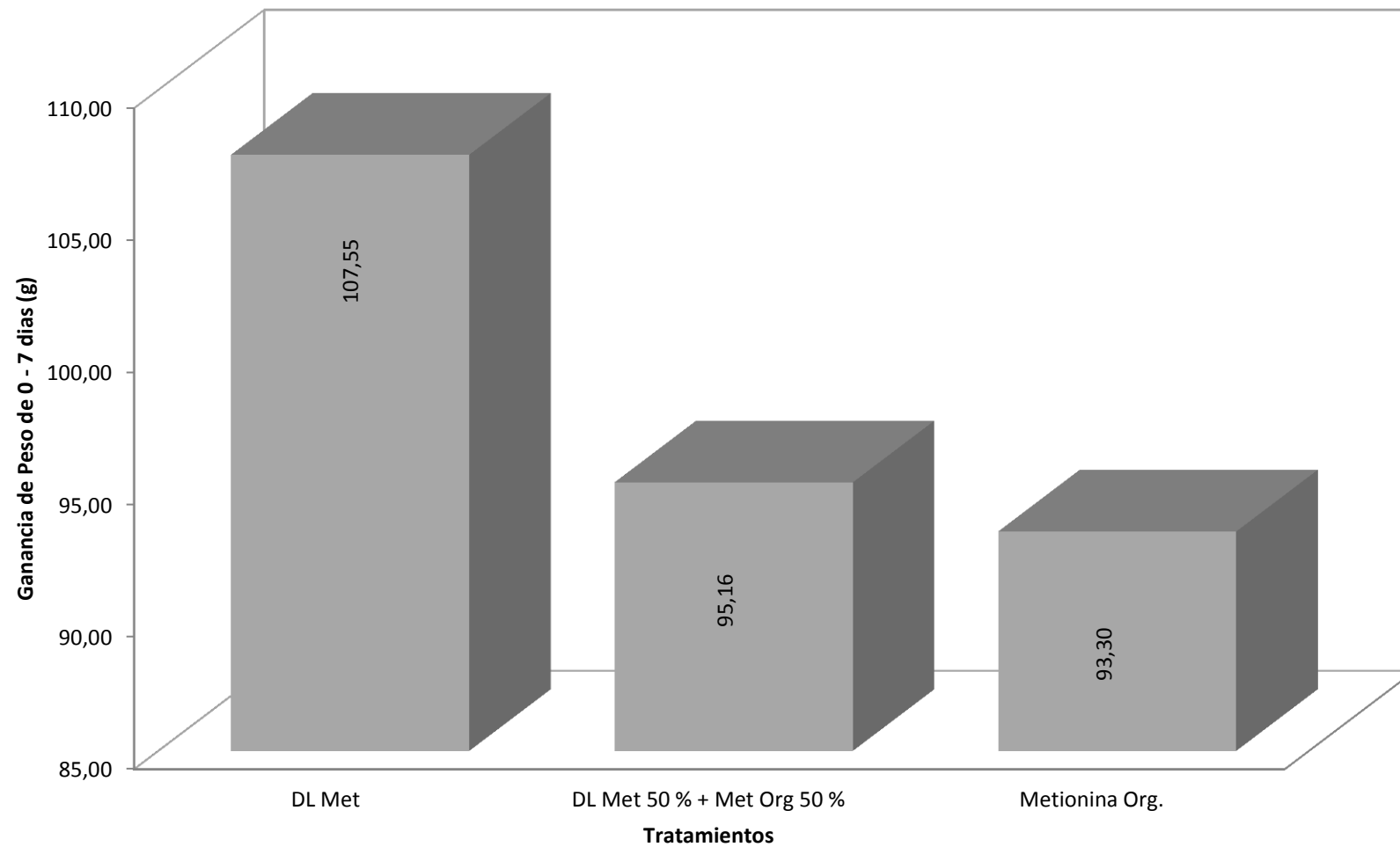


Gráfico 8. Ganancia de peso de pollos de 0 – 7 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

A los 35 días, la aplicación de DL metionina 100%, DL metionina 50% + Metionina Orgánica 50% y Metionina Orgánica 100%, permitieron registrar 580,10, 594,84 y 577,29 g, valores entre los cuales no se registra diferencias estadísticas por lo que se debe mencionar que los aminoácidos son de suma importancia hasta los 28 días puesto que su eficiencia se pierde a partir de los 35 días, puesto que la ganancia de peso no registra diferencia significativa ( $P > 0,05$ ).

Transcurridos 42 días, la Aplicación de DL metionina 100 %, DL metionina 50 % + Metionina Orgánica 50% y Metionina Orgánica 100 %, los pollos alcanzaron ganancias de peso de 656,50., 641,04 y 658,76 g, valores entre los cuales no se registra diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), de esta manera se puede manifestar que los aminoácidos son importantes hasta los 28 días puesto que a partir de este periodo ya no se observa variación significativa.

La aplicación de DL metionina 100 %, DL metionina 50 % + Metionina Orgánica 50% desde el primer día a los 42, permitieron registrar 2472,65 y 2470,25 g de ganancia de peso, valores que difieren significativamente del tratamiento Metionina Orgánica 100 %, puesto que alcanzó una ganancia de peso de 2343,61 g, esto se debe a que incluso al aplicar este tratamiento en mención permite un menor consumo de alimento que causa un efecto directo en la menor ganancia de peso.

En la presente investigación con pollitos broilers se puede mencionar que la Aplicación de DL metionina 100 %, DL metionina 50 % + Metionina Orgánica 50% desde el primer día a los 42, permitieron registrar una ganancia promedio diaria de 58,87 y 58,82 g de ganancia de peso, valores que difieren significativamente ( $P < 0,01$ ) del tratamiento Metionina Orgánica 100 %, puesto que con este tratamiento permitió registrar una ganancia de peso de 55,80 g, esto se debe a que el tratamiento en mención permite un menor consumo de alimento que se refleja directamente en la ganancia de peso.



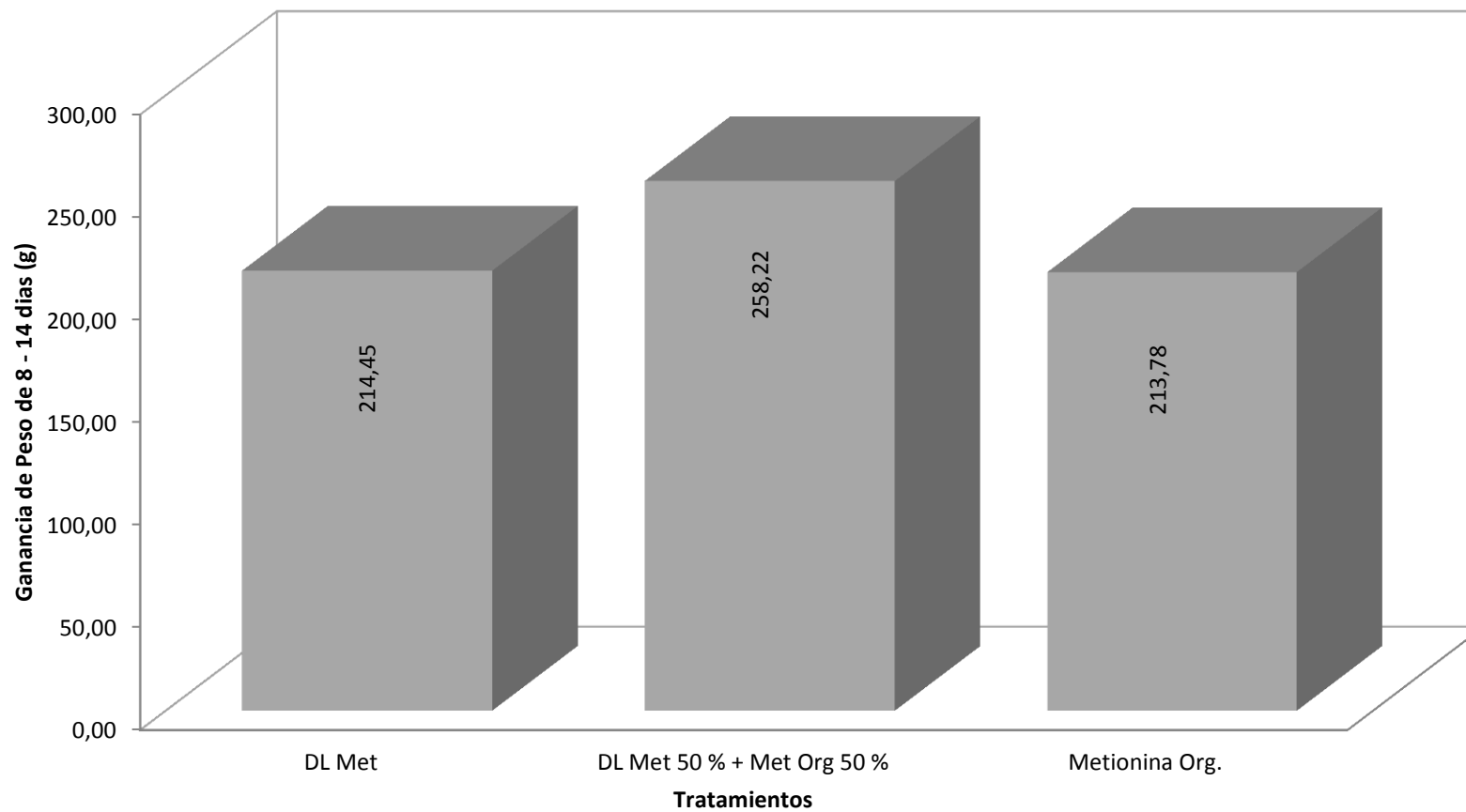


Gráfico 9. Ganancia de peso de pollos de 8 – 14 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

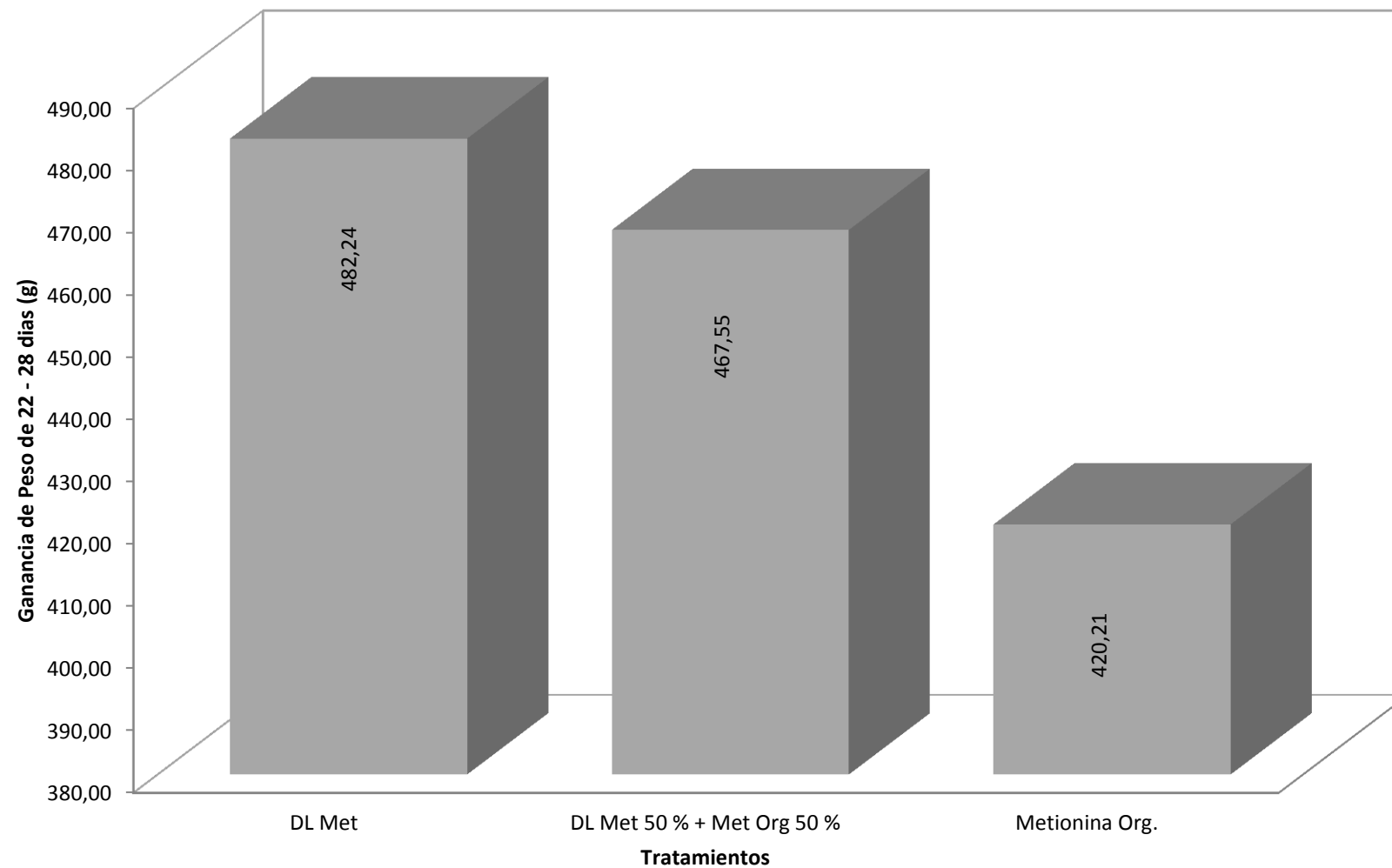


Gráfico 10. Ganancia de peso de pollos de 22 – 28 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

Asqui, C. (2010), en el periodo de total registro una ganancia de peso total de 1424 g hasta los 42 días de edad de los pollos, siendo inferior a los registrados en la presente investigación, Cevallos, N. (1999) señala que los broilers alcanzaron 2,53 kg de ganancia de peso en condiciones de una dieta con la presencia de Cenzyme como el mejor prebiótico y ganancias de peso de 1,66 kg, siendo inferiores a los registrados en el presente trabajo experimental, Andrade, V. (2011), reporta que los pollos de la línea COBB 500 en la fase total registraron una ganancia de peso de 2733,82 g, y en pollos Ross 2612,8 g, finalmente Vinueza, D. alcanzo ganancias de peso de 3209 g, siendo superiores, a los presentados en el presente estudio, pudiendo deberse a otros factores de manejo que se consideraron tales como la comodidad calórica que utiliza dicho investigador.

En el Gráfico 12, la utilización de DL metionina pura, DL Metionia + Metionina Orgánica y Metionina Orgánica pura hasta los 42 días para la ganancia de peso responden a una regresión cuadrática para los dos tratamientos primeros y para la Metionina Orgánica responde a una regresión potencial de manera significativa ( $P < 0,01$ ), así podemos manifestar que el peso está en función del tiempo, el 94,63, 91,47 y 95,94 % de la ganancia de peso depende del periodo de crecimiento y por cada día que transcurre el incremento de peso de las aves durante la etapa de crecimiento, desarrollo y engorde de las aves fue de 27,91 y 27,14 g respectivamente y a partir de los 28 días este crecimiento es en menor proporción que representa en 0,229 y 0,253 g, mientras que en el tratamiento Metionina Orgánica el crecimiento es de 1,088 g como potencia.

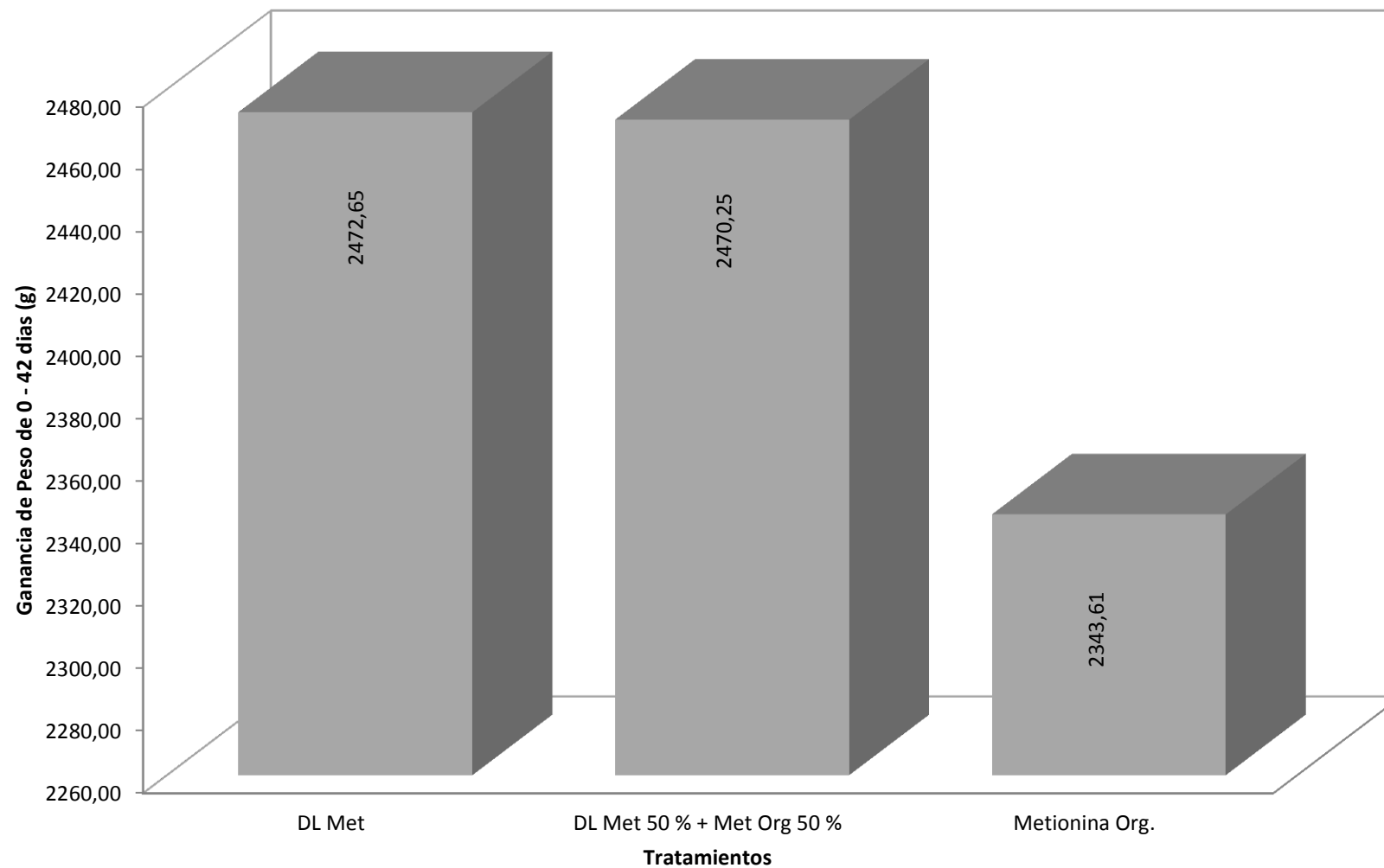


Gráfico 11. Ganancia de peso de pollos de 0 – 42 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

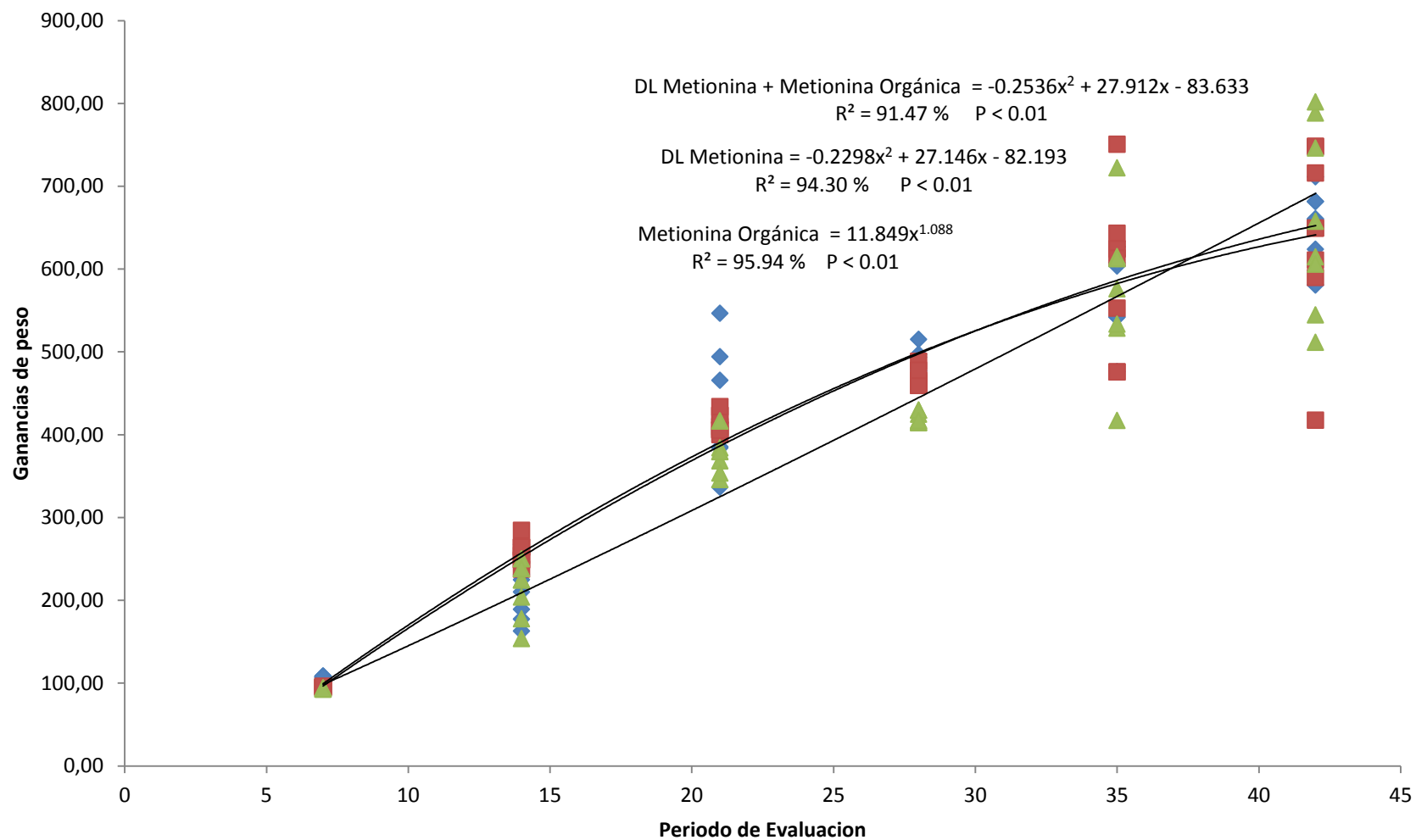


Gráfico 12. Ganancia de peso de pollos en función del tiempo sometidos a dos fuentes de Metionina.

### C. CONSUMO DE ALIMENTO

La utilización de DL metionina primer ensayo en los pollos permitieron registrar en la primera semana 107,49 g de alimento, el mismo que difiere significativamente del resto de tratamientos, principalmente del metionina Orgánica primero y segundo ensayo con los cuales se determinó 97,47 y 97,74 g respectivamente ( $P < 0,01$ ), por lo visto esta variación puede deberse a que la metionina Orgánica posee algún producto aromático que hace que los pollos se vean limitados al consumo de alimento, o a su vez este aminoácido hace que el animal se satisfaga su volumen de ingestión de alimento que hace que el consumo se vea reducido.

A los 14 días el consumo de alimento de los pollitos fue de 288,33 a 342,86 g, entre los cuales no difieren significativamente ( $P > 0,05$ ), por lo que se puede mencionar que transcurrido las dos semanas aparentemente el consumo estadísticamente son iguales, sin embargo de ello se puede notar que la utilización de la combinación de DL metionina y metionina Orgánica 50 % cada uno el consumo de alimento fue superior a la DL metionina sintética y metionina Orgánica, puesto que arrojaron los valores más altos (342,39 y 342,86 g), mientras que los al utilizar metionina Orgánica 100 % en los dos ensayos se registraron 289,94 y 288,33 g respectivamente.

Transcurrido los 21 días, los pollos que recibieron DL metionina 100 % y DL Metionina 50 % + Metionina Orgánica 50 % registraron 614,23 y 613,63 g, los cuales difieren significativamente del tratamiento, debido a que se obtuvo un consumo de 574,25 g, por lo visto se puede mencionar que la metionina Orgánica hasta este periodo no permitió registrar un buen consumo de alimento, por lo tanto, en el compuesto de metionina Orgánica está disponible como una composición natural y fácilmente digerible y de liberación sostenida, los péptidos conjugados y otras formas, donde la conjugación confiere afinidad y precisión en el receptor junto con una mayor biodisponibilidad, a pesar de ello no se puede encontrar la misma respuesta que la DL metionina sintética en los pollos de ceba hasta la semana tercera.

**Cuadro 23. CONSUMO DE ALIMENTO DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA Y EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.**

Variables	Aminoácidos						Ensayos							
	DL Met		DL Met+Met Org		Met Org.		E. E.	Prob.	1		2		E. E.	Prob.
Consumo de alimento 7 días (g)	104,30	a	99,80	b	97,60	c	0,08	0,00	102,08	a	99,05	b	0,07	0,00
Consumo de alimento 14 días (g)	320,78	a	342,63	a	289,08	a	16,98	0,11	318,63	a	316,37	a	13,87	0,91
Consumo de alimento 21 días (g)	614,23	a	613,63	a	574,25	b	11,48	0,04	599,31	a	602,09	a	9,37	0,84
Consumo de alimento 28 días (g)	859,63	a	830,72	a	776,29	b	11,67	0,00	820,25	a	824,18	a	9,53	0,77
Consumo de alimento 35 días (g)	1018,91	a	1031,25	a	1002,33	a	29,32	0,79	1018,03	a	1016,96	a	23,94	0,98
Consumo de alimento 42 días (g)	1217,94	a	1215,97	a	1187,18	a	22,44	0,57	1232,35	a	1181,72	a	18,32	0,07
Consumo de alimento total (g)	4135,79	a	4133,99	a	3926,74	a	65,66	0,06	4090,66	a	4040,36	a	53,62	0,52
Consumo de alimento diario (g)	98,47	a	98,43	a	93,49	a	1,56	0,06	97,40	a	96,20	a	1,28	0,25

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad

Cuadro 24. CONSUMO DE ALIMENTO DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA EN INTERACCIÓN CON LOS ENSAYOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	DL Met 50 % + Met												E. E.	Prob.
	DL Met				Orgánica 50 %				Metionina Orgánica					
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 1		Ensayo 2			
Consumo de alimento 7 días (g)	107,49	a	101,11	b	101,30	b	98,30	c	97,47	d	97,74	d	0,12	0,001
Consumo de alimento 14 días (g)	323,66	a	317,91	a	342,39	a	342,86	a	289,84	a	288,33	a	24,02	0,991
Consumo de alimento 21 días (g)	615,64	a	612,82	a	612,89	a	614,36	a	569,41	a	579,10	a	16,23	0,926
Consumo de alimento 28 días (g)	853,96	a	865,31	a	834,00	a	827,44	a	772,80	a	779,78	a	16,50	0,853
Consumo de alimento 35 días (g)	1034,64	a	1003,17	a	1037,91	a	1024,60	a	981,54	a	1023,11	a	41,47	0,663
Consumo de alimento 42 días (g)	1257,43	a	1178,46	a	1249,74	a	1182,21	a	1189,88	a	1184,49	a	31,74	0,474
Consumo de alimento total (g)	4192,81	a	4078,77	a	4178,23	a	4089,76	a	3900,94	a	3952,54	a	92,86	0,637
Consumo de alimento diario (g)	99,83	a	97,11	a	99,48	a	97,38	a	92,88	a	94,11	a	2,21	0,080

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad



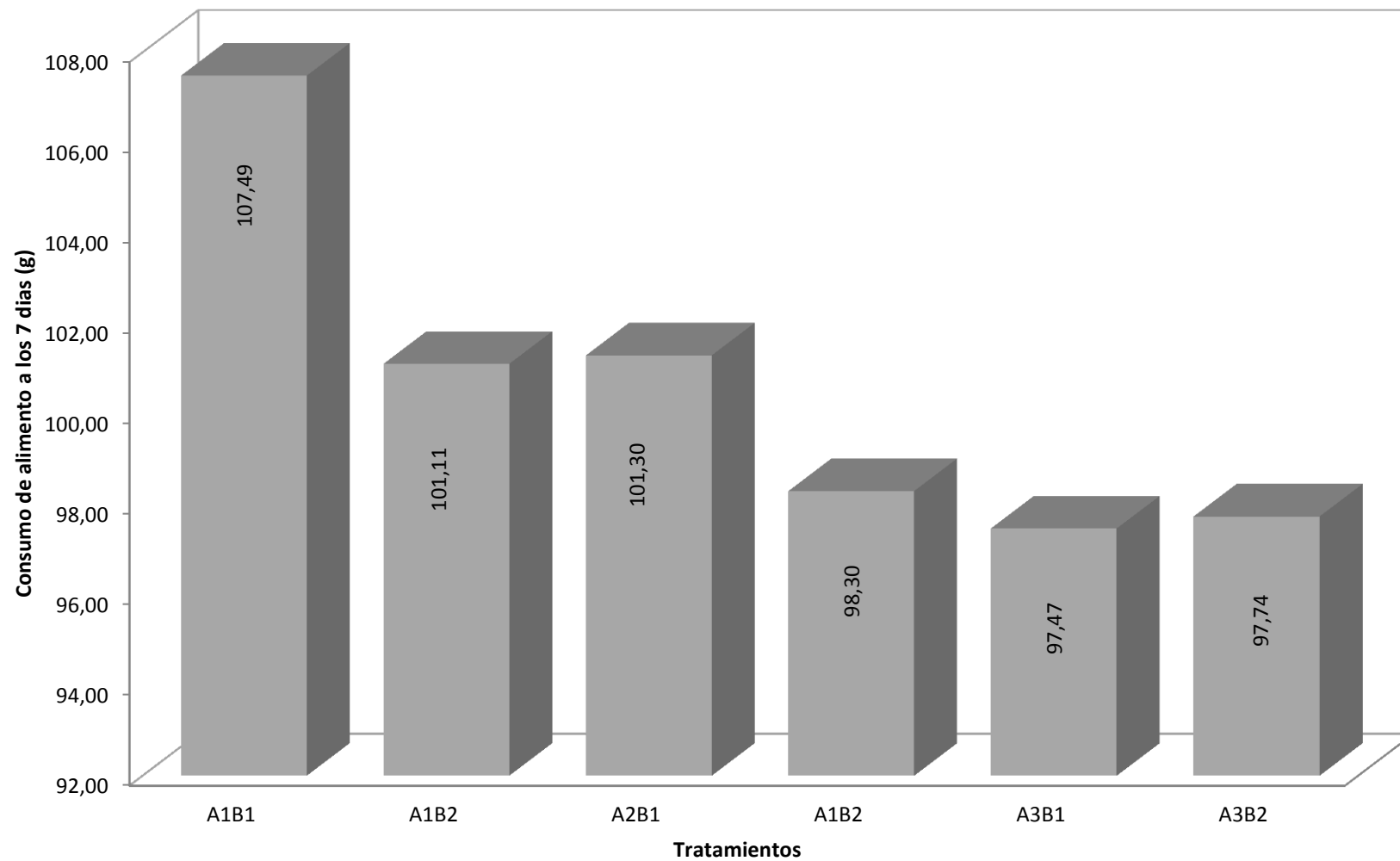


Gráfico 13. Consumo de alimento de pollos de 0 – 7 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

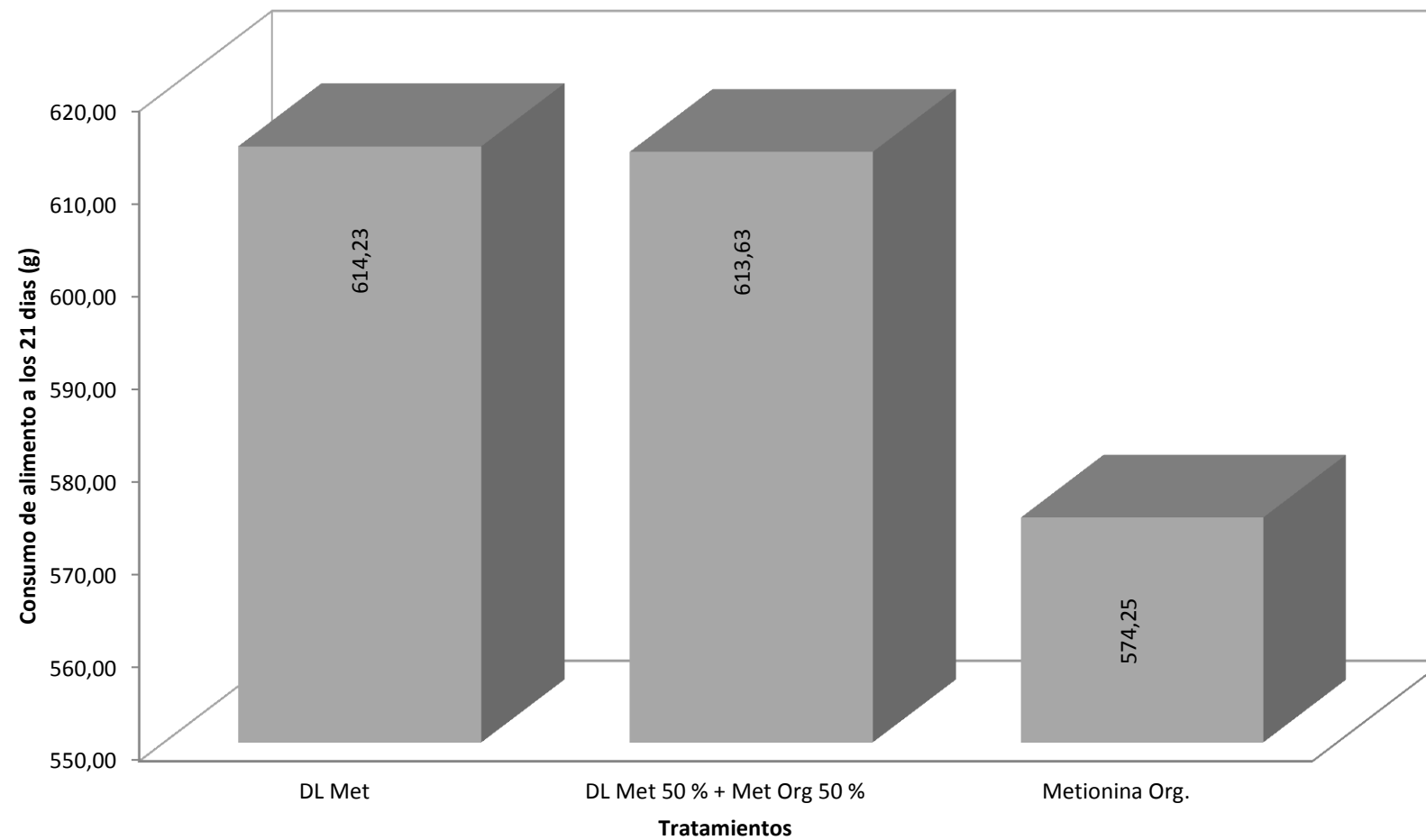


Gráfico 14. Consumo de alimento de pollos a los 21 días sometidos a diferentes tipos de Metionina.

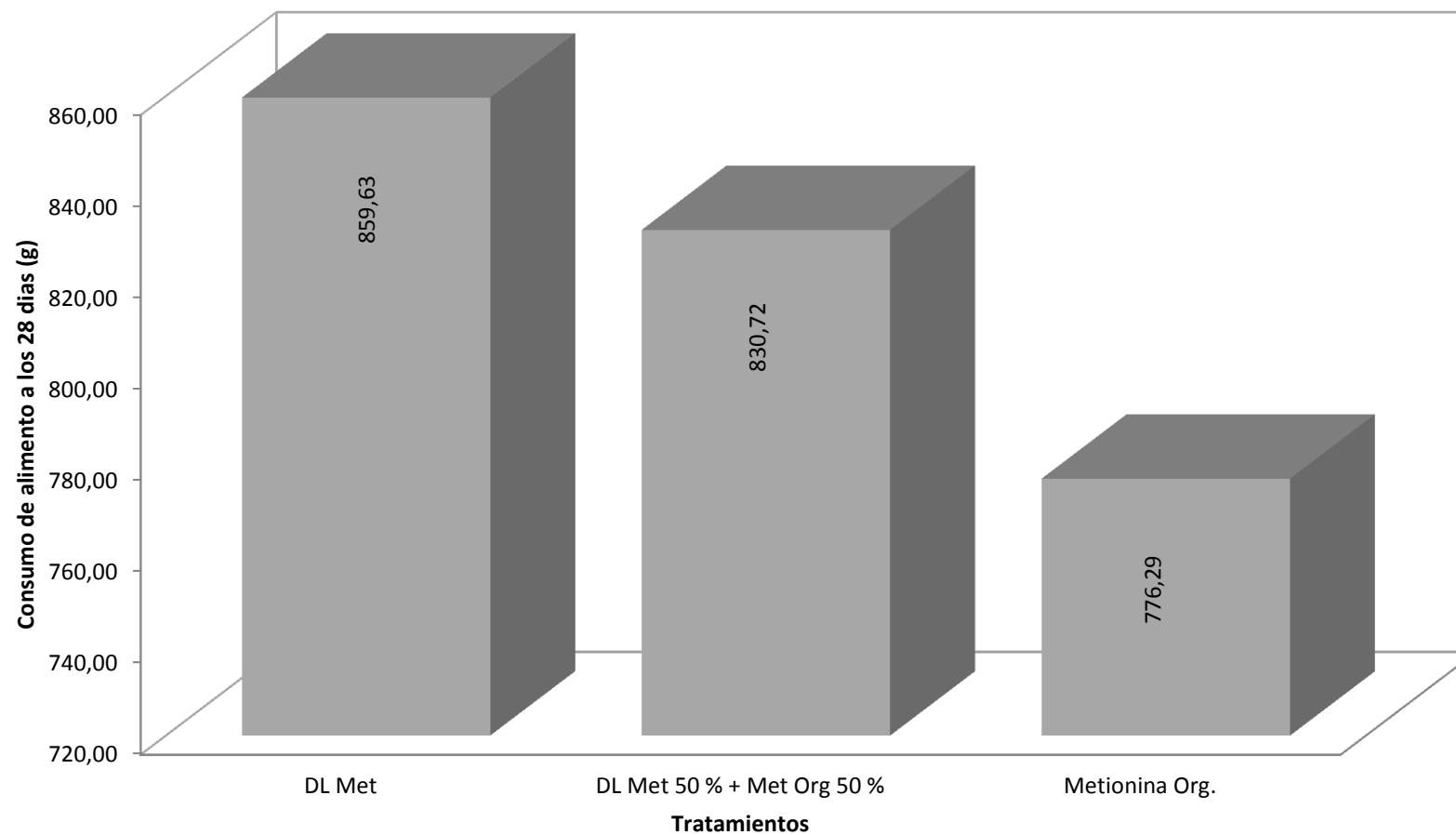


Gráfico 15. Consumo de alimento de pollos a los 28 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

Los pollos a los 28 días registraron un consumo entre 772,80 y 865,31 g, valores entre los cuales no difieren significativamente, sin embargo de ello se puede manifestar que la tendencia de que la utilización de la metionina Orgánica permite un consumo bajo, no así, la utilización de DL Metionina 100 %, con la cual se mantiene el alto consumo de alimento, de esta manera se puede mencionar que la metionina Orgánica 100 % sigue permitiendo un consumo inferior con respecto a la DL metionina.

A los 35 días se registró un consumo entre 981,54 y 1037,91 g, valores entre los cuales no difieren significativamente ( $P > 0,05$ ), así mismo se menciona que la utilización de la metionina Orgánica 100 %, permite un consumo escaso, mientras que la utilización de DL Metionina 100 %, este consumo es superior a la media.

Transcurridos 42 días en los pollos se determinó un consumo entre 3900,94 y 4192,81 g, valores entre los cuales no difieren estadísticamente ( $P > 0,05$ ), a pesar de ello puede mencionarse que la tendencia de utilizar Metionina Orgánica permite un consumo inferior, con relación a la DL Metionina 100 % y DL Metionina 50 % + Metionina Orgánica, con la cual se mantiene consumos de alimento considerables.

Durante los 42 días se registraron un consumo promedio por ave de 92,88 y 99,83 g, valores entre los cuales no registran diferencias significativas, al observar esta variable, se menciona que la utilización de Metionina Orgánica permitió registrar menor cantidad de alimento consumido, mientras que sucede lo contrario al utilizar DL Metionina en 50% o 100%, esta variación posiblemente se deba a que la Metionina puede ayudar en la desintoxicación debida a una síntesis aumentada del glutatión. El mismo que facilita la desintoxicación en el hígado y en las células mediante la neutralización de ciertas toxinas, radicales libres y productos secundarios de los residuos metabólicos y hormonales cuya función sea más específica de la metionina Orgánica que incluso hace que el consumo se vea restringido.

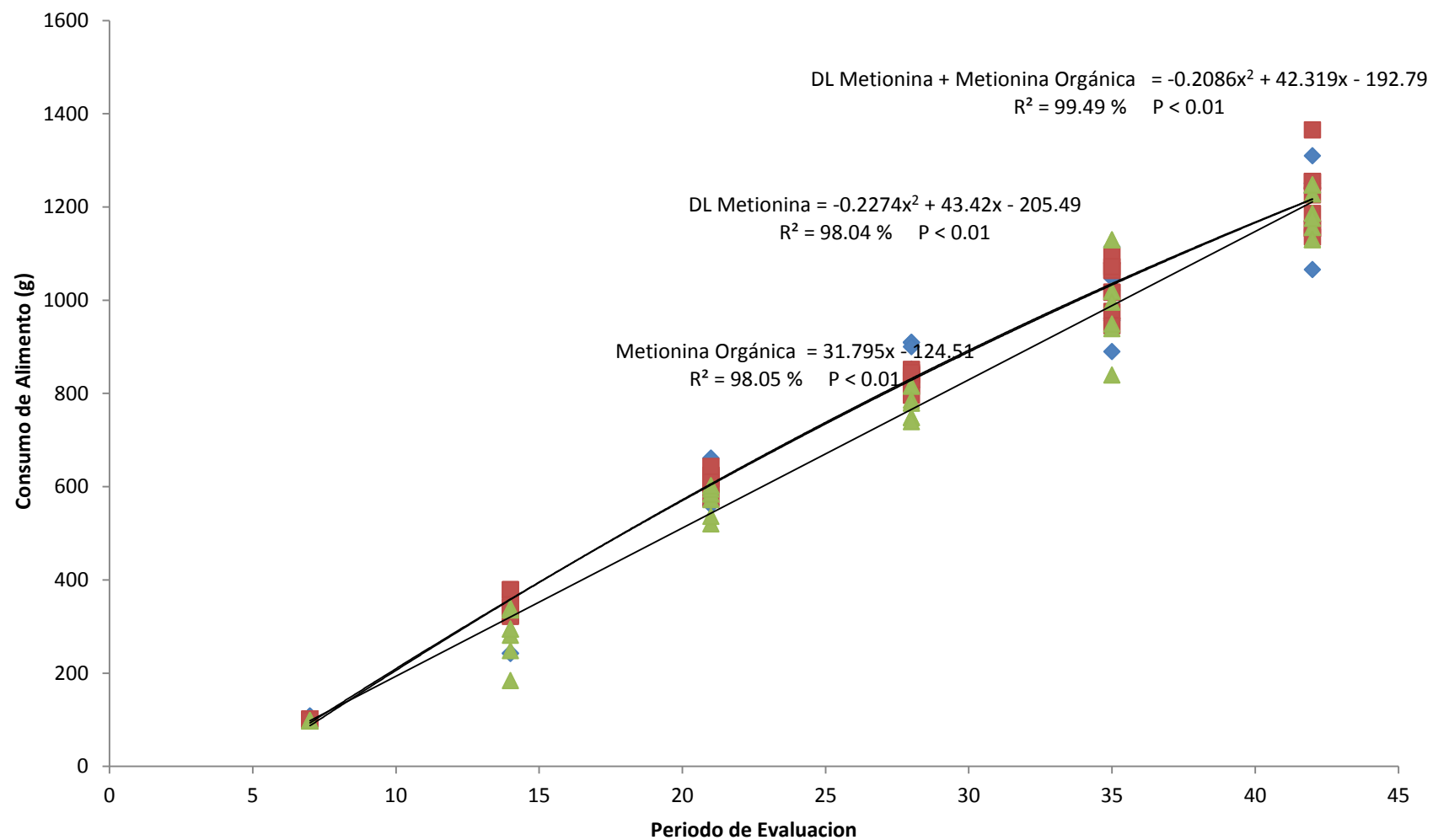


Gráfico 16. Consumo de alimento de pollos en función del tiempo sometidos a dos fuentes de Metionina.

El consumo de alimento en la fase total para Andrade, V. (2011) en los pollitos COBB 500 y ROSS 308 fue de 5962,00 g/ave, Vinuesa, D. (2013) registro consumo de alimento de 5832 g, valores superiores a los registrados en la presente investigación, debiéndose principalmente a que estos investigadores evalúan por un periodo superior a los 42 días de edad de las aves.

El consumo de alimento debido a la utilización de DL metionina pura, DL Metionina 50 % + Metionina Orgánica 50 % esta relacionados significativamente ( $P < 0,01$ ) a una regresión cuadrática y la aplicación de Metionina Orgánica responde a una regresión lineal ( $P < 0,01$ ), así podemos manifestar que el consumo de alimento está en función del tiempo, el 98,04; 99,49 y 98,05 % de consumo de alimento depende del periodo de manejo y por cada día que transcurre el consumo de alimento incrementa en 43,42 y 42,31 g en los dos primeros tratamientos para luego reducir a 0,227 y 0,208 respectivamente, y para el tratamiento Metionina Orgánica por cada día que transcurre, el consumo de alimento es de 31,79 g ( $P < 0,01$ ).

#### **D. CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

En la primera semana se pudo identificar una conversión alimenticia de 0.69 al aplicar DL metionina 100 %, siendo más eficiente y difiere significativamente del resto de la utilización de DL Metionina 50% + metionina Orgánica 50 % y Metionina Orgánica 100 % con las cuales se obtuvo 0,72 respectivamente, de esta manera se, se puede mencionar que la metionina Orgánica en la primera semana no dio resultado eficiente al igual que al utilizar DL metionina sintética, esto quizá se deba a la pureza de esta metionina que llega hasta el 100 %, mientras que al utilizar metionina Orgánica, siempre esta tiene otros residuos que hacen menos eficientes.

Transcurridas dos semanas, la conversión alimenticia de los pollos que recibieron metionina Orgánica registraron un valor de 1.10, a pesar de no registrar diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), fue más eficiente que los pollos que estuvieron bajo el efecto de DL metionina 100 % y DL metionina 50 % +

Metionina Orgánica 50 % cuyas conversiones fueron de 1.12 y 1.17 respectivamente.

La conversión alimenticia de los pollos que recibieron DL metionina 100 % primer ensayo, DL Metionina 50 % + Metionina Orgánica 50 % primero y segundo ensayo en la tercera semana fue de 1,30 siendo la más eficiente, a pesar de no registrar diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), puesto que con el resto de tratamientos las conversiones fueron superiores a 1.31.

La utilización de DL Metionina 50 % + Metionina Orgánica 50 % segundo ensayo en la cuarta semana fue de 1.47, siendo la más eficiente entre todos los tratamientos, a pesar de no registrar diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), se puede mencionar que fue superior al resto de tratamientos, principalmente de las conversiones fueron superiores a 1.48.

Andrade, V. (2011), reporta que pollos de la línea Cobb 500 en la fase total registró una conversión alimenticia de 1,46, siendo más eficientes que los registrados en la presente investigación puesto se registró una conversión entre 1,63 y 1,65.

En el Gráfico 18, la utilización de DL Metionina pura, DL Metionia + Metionina Orgánica y Metionina Orgánica pura hasta los 42 días, la conversión alimenticia de los pollos responden a una regresión de segundo orden, debido a que está relacionado significativamente ( $P < 0,01$ ), el 92,27; 96,76 y 95.24 % de la conversión alimenticia depende del periodo de manejo y por cada día que transcurre, la conversión alimenticia hasta los 7 días se incrementa en 0,0645; 0,0602 y 0,0645, luego se reduce a -0,0008, 0,0007 y 0,0008, de esta manera se puede manifestar que todos los tratamientos fueron manejados de la misma manera.

Cuadro 25. CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA Y EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	Aminiacidos								Ensayos					
	DL Met 50 % +				Metionina									
	DL Met		Met Org. 50 %		Orgánica		E. E.	Prob.	1		2		E. E.	Prob.
Conversión Alimenticia 7 días	0.69	c	0.72	a	0.72	b	0.00	0.00	0.72	a	0.70	b	0.00	0.00
Conversión Alimenticia 14 días	1.17	a	1.12	a	1.10	a	0.04	0.41	1.16	a	1.10	a	0.03	0.19
Conversión Alimenticia 21 días	1.30	a	1.30	a	1.32	a	0.01	0.81	1.31	a	1.31	a	0.01	0.81
Conversión Alimenticia 28 días	1.48	a	1.48	a	1.51	a	0.01	0.20	1.49	a	1.49	a	0.01	0.75
Conversión Alimenticia 35 días	1.57	a	1.56	a	1.59	a	0.04	0.84	1.57	a	1.58	a	0.03	0.84
Conversión Alimenticia 42 días	1.64	a	1.65	a	1.65	a	0.02	1.00	1.64	a	1.65	a	0.02	0.79
Conversión Alimenticia total	1.64	a	1.65	a	1.65	a	0.02	1.00	1.64	a	1.65	a	0.02	0.79

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad



Cuadro 26. CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA EN INTERACCIÓN CON LOS ENSAYOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	DL Met		DL Met + Met Org		Metionina Org.		E. E.	Prob.
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 1	Ensayo 2		
Conversión Alimenticia 7 días	0.71 b	0.67 c	0.73 a	0.71 b	0.72 b	0.72 b	0.00	0.001
Conversión Alimenticia 14 días	1.26 a	1.09 a	1.12 a	1.11 a	1.11 a	1.09 a	0.06	0.366
Conversión Alimenticia 21 días	1.30 a	1.31 a	1.31 a	1.30 a	1.31 a	1.32 a	0.02	0.811
Conversión Alimenticia 28 días	1.48 a	1.49 a	1.48 a	1.47 a	1.50 a	1.52 a	0.02	0.847
Conversión Alimenticia 35 días	1.56 a	1.58 a	1.58 a	1.54 a	1.56 a	1.61 a	0.05	0.618
Conversión Alimenticia 42 días	1.64 a	1.65 a	1.65 a	1.64 a	1.63 a	1.66 a	0.03	0.855
Conversión Alimenticia total	1.64 a	1.65 a	1.65 a	1.64 a	1.63 a	1.66 a	0.03	0.855

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad

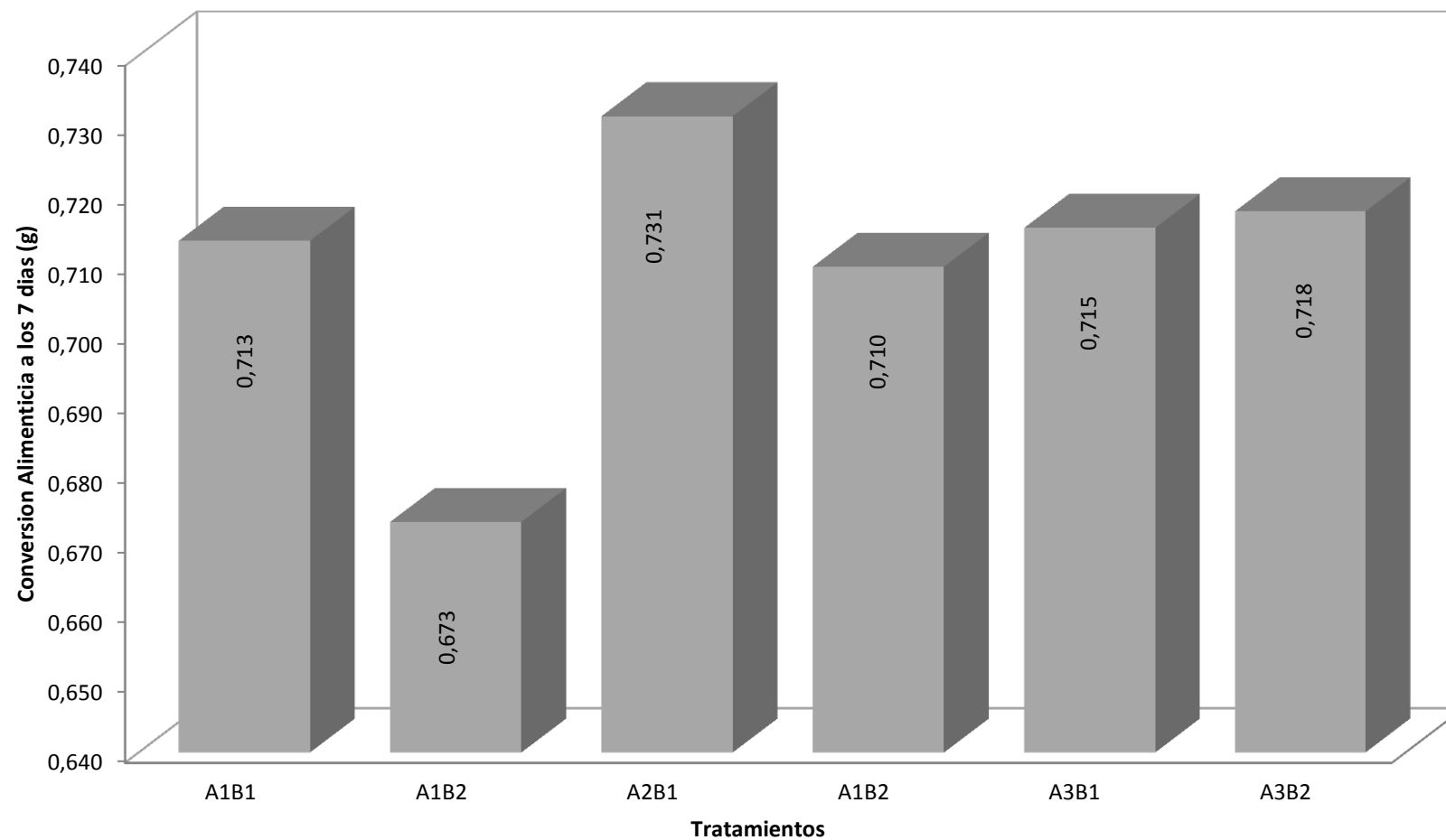


Gráfico 17. Conversión alimenticia de pollos a los 7 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

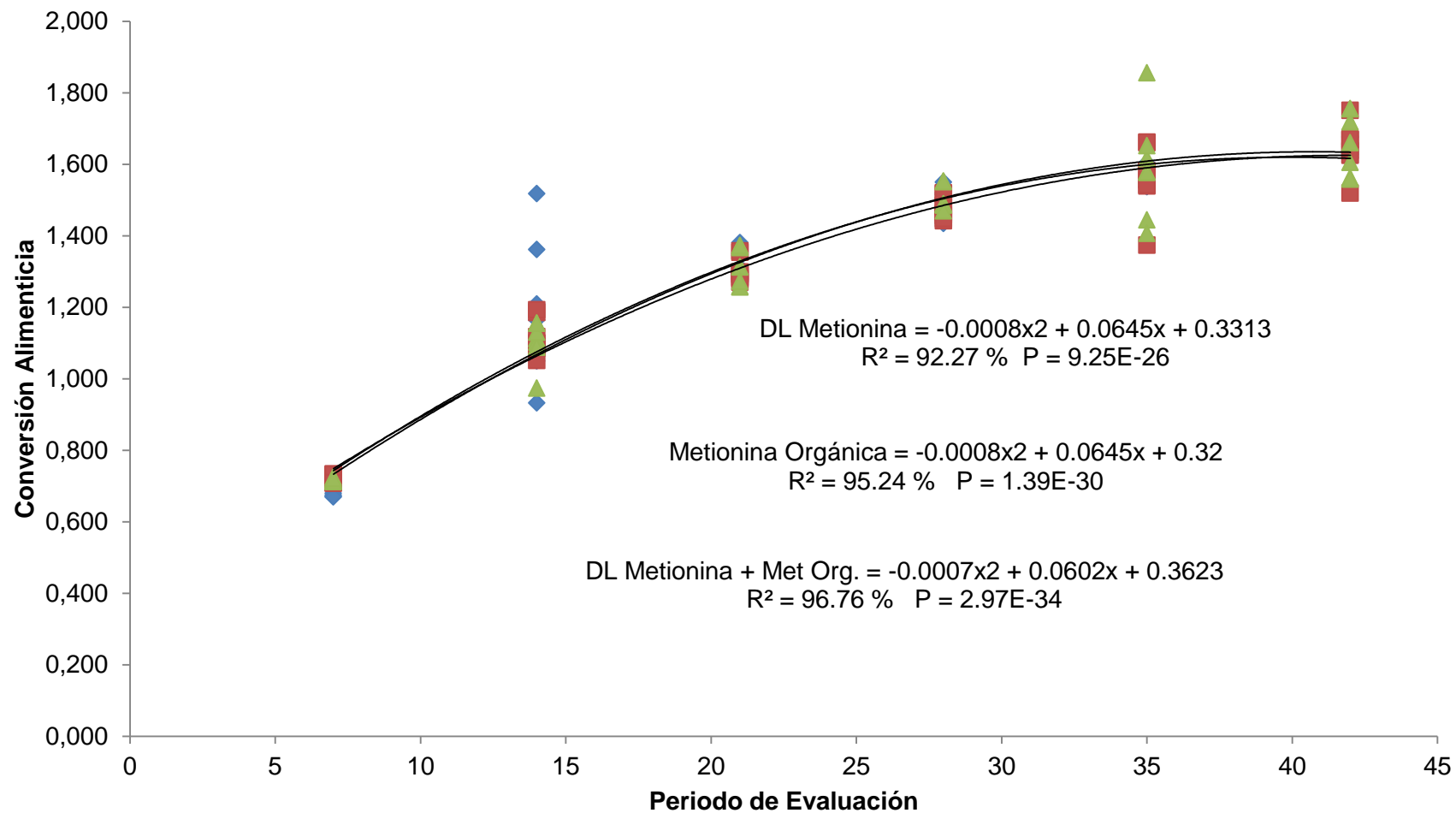


Gráfico 18. Conversión alimenticia de pollos sometidos a dos fuentes de Metionina.

## **E. ÍNDICE DE EFICIENCIA EUROPEA**

La utilización de DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% permitió registrar 364,40 de Índice de Eficiencia Europea siendo el mejor indicador, a pesar de no registrar diferencias estadísticas del resto de tratamientos, principalmente del tratamiento Metionina Orgánica con el cual se determinó una eficiencia de 343,49.

Según Andrade, V. (2011), el índice de eficiencia Europea fue de 190,53 , mientras que Vinuesa, D. (2013), encontró una eficiencia Europea de 271,96; estos valores se los cita sin el afán de establecer comparación, puestos que esta medida sirve para establecer un Histórico dentro de un mismo galpón.

## **F. MORTALIDAD**

La mortalidad de las los pollos broilers en todo el periodo de evaluación registro 1,56 % tanto en el tratamiento DL Metionina 100%, como Metionina Orgánica 100% primer ensayo, el cual difiere significativamente del resto de tratamientos, puesto que no se registraron mortalidades, de esta manera se puede mencionar que de acuerdo al porcentaje de mortalidad esta dentro de lo aceptable por diferentes causas, sin atribuir al efecto de los tratamientos.

Cuadro 27. INDICADORES DE EFICIENCIA DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA Y EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	Aminoácidos						Ensayos							
	DL Met.+Met			Met										
	DL Met		Orgánica		Orgánica	E. E.	Prob.	1		2		E. E.	Prob.	
Índice de Eficiencia Europea	361,57	a	364,40	a	343,49	a	8,45	0,19	360,03	a	352,94	a	6,90	0,48
Mortalidad %	0,78	a	0,00	b	0,78	a	0,00	0,00	0,52	a	0,52	a	0,00	0,25

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad

Cuadro 28. CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS BROILERS SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA EN INTERACCIÓN CON LOS ENSAYOS EN EL PERIODO DE EVALUACIÓN.

Variables	DL Met 50 % + Met										E. E.	Prob.		
	DL Met		Orgánica 50 %				Metionina Orgánica							
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 1	Ensayo 2						
Índice de Eficiencia Europea	371,09	a	352,04	a	365,16	a	363,63	a	343,82	a	343,15	a	11,95	0,691
Mortalidad %	0,00	b	1,56	a	0,00	b	0,00	b	1,55	a	0,00	b	0,00	0,001

Fuente: Oñate, F. (2013).

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan ( $P < 0,05$ ).

E. E. Error Estándar.

Prob. Probabilidad

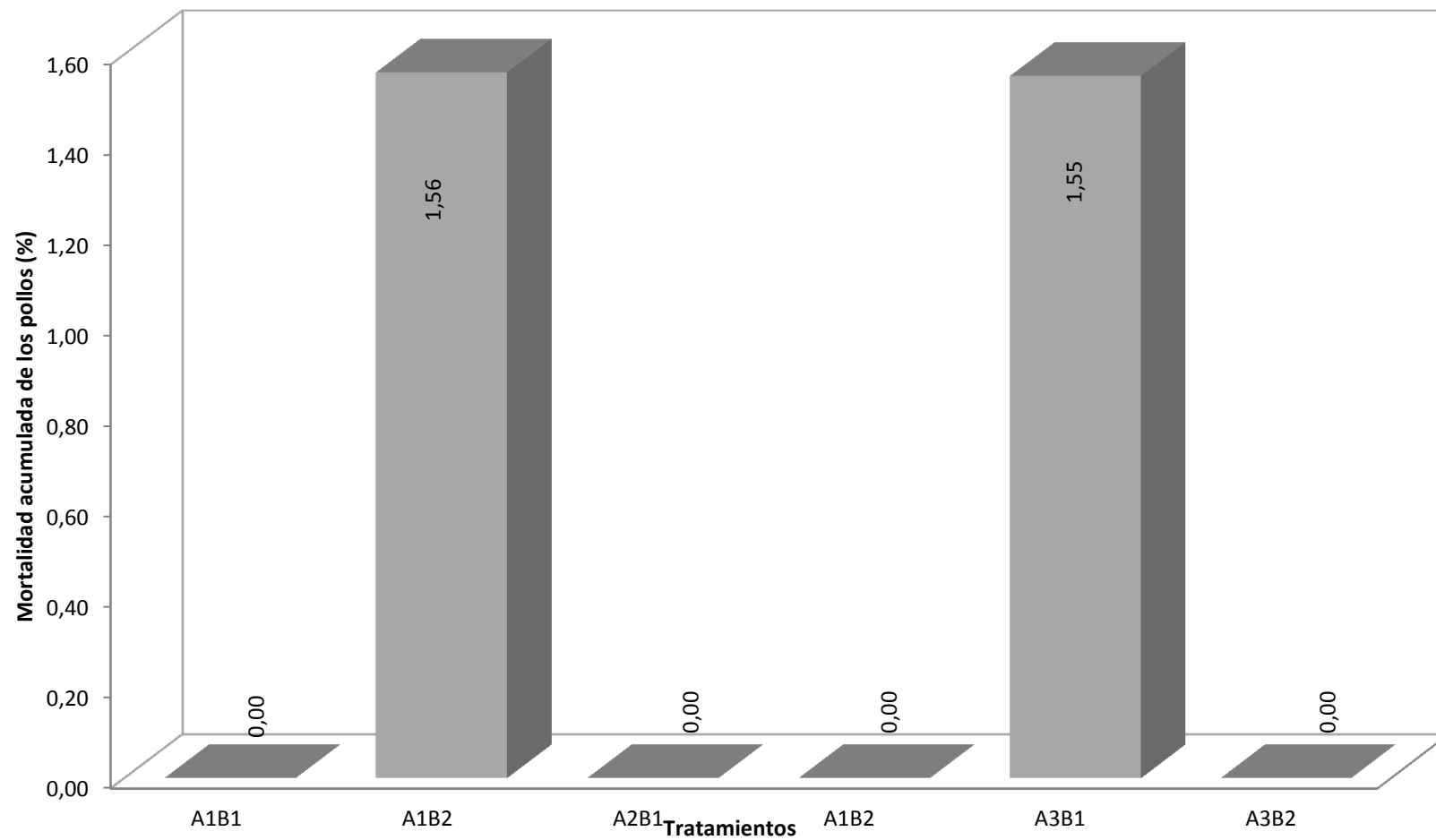


Gráfico 19. Mortalidad de los pollos a los 7 días sometidos a dos fuentes de Metionina.

## G. BENEFICIO COSTO

La utilización de DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% permitió registrar un beneficio costo de 1,54; siendo las más eficiente en relación al resto de tratamientos, principalmente de la Metionina Orgánica con la cual se alcanzó un beneficio / costo de 1,49.

Cuadro 29. ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS POLLOS BROILERS  
SOMETIDOS A DOS FUENTES DE METIONINA.

Rubros	Unidad	Cantidad	C. Unit	Tratamientos		
				DL Met 50 % +	DL Met 50 % +	DL Met 50 % +
				DL Met	Met Orgánica 50 %	Metionina Orgánica
Pollos	Pollos	192,00	0,65	41,60	41,60	41,60
Alimento						
Inicial	Kg	80,27	0,58	15,78	16,42	14,35
Crecimiento	Kg	273,20	0,55	51,88	50,84	47,54
Engorde	Kg	427,11	0,52	74,44	74,79	72,87
Vacunas						
Newcastle	Dosis	192,00	0,0050	0,32	0,32	0,32
Gumboro	Dosis	192,00	0,0060	0,38	0,38	0,38
Bronquitis	Dosis	192,00	0,0064	0,41	0,41	0,41
Mixta	Dosis	192,00	0,0070	0,45	0,45	0,45
Cama	Kg	90,00	0,0222	0,67	0,67	0,67
Desinfectante	Litros	4,00	6,0000	8,00	8,00	8,00
Mano de Obra				2,00	2,00	2,00
Total				195,93	195,88	188,59
Pollos	Unidades			63,00	64,00	63,00
Peso	Kg			2,52	2,51	2,39
Producción						
Total	Kg			158,48	160,87	150,35
Precio				1,87	1,87	1,87
Ingreso				296,36	300,83	281,16
Costo Unit.				1,24	1,22	1,25
Beneficio / Costo				1,51	1,54	1,49

Fuente: Oñate, F. (2013).



## **VIII. CONCLUSIONES**

- La DL-Metionina (sintética) puede ser reemplazada hasta en un 50% por Metionina Orgánica, éste porcentaje de sustitución no altera los parámetros zootécnicos, los mismos que se hallan respaldados con la correspondiente evidencia estadística.
- La metionina orgánica por ser una fuente natural de éste aminoácido, mejora los parámetros productivos durante la cría de pollos, dado que es fuente total del isómero L; y la sintética por ser DL aporta 50%.
- La Utilización de la relación DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% registraron los mejores indicadores: pesos semanales 138,51; 396,73; 810,16; 1277,71; 1872,55 y 2513,59 g; de la misma manera ocurre con la ganancia de peso: semanal 95,16; 258,22; 413,44; 467,55; 594,84 y 641,04 g; acumulada 2513,59 y diaria 58,82 g; además registra las conversiones alimenticias mas bajas 0,72; 1,12; 1,30; 1,48; 1,56 y 1,65; durante cada semana que se llevó a cabo el ensayo.
- En cuanto al Índice de Eficiencia Europea la utilización de DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50%, se determinó un valor de 364,40; siendo el mejor ante lo cual se concluye que la Metionina Orgánica puede reemplazar en un 50% a la Metionina Sintética sin que los rendimientos productivos se vean afectados.
- En relación al indicador Beneficio /Costo, la utilización de DL Metionina 50% + Metionina Orgánica 50% fue de 1,54; siendo el más eficiente, además de registrar el menor costo de producción del kilogramo de carne 1,22 USD, demostrando la eficiencia del tratamiento durante la etapa de prueba.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Investigar el comportamiento productivo de los pollos de carne cuando se utilicen relaciones más altas sintético-orgánico, pudiendo ser de 1:1, 25 y 1:1,50; dado que la presente investigación se utilizó la relación 1:1.
- Investigar a la Metionina Orgánica como promotor de diferentes aminoácidos: al esencial azufrado como es la cistina en específico, porque ésta se forma a partir de la metionina; y no esenciales, y determinar su eficiencia en función de sus niveles de inclusión.
- Investigar la relación existente entre los aminoácidos esenciales de origen orgánico y las enzimas endógenas y exógenas, puesto que su síntesis y liberación están dados en procesos enzimáticos y microbianos por excelencia, para de esta manera determinar la eficiencia de su utilización en monogástricos exclusivamente, y a la vez medir los indicativos beneficio/costo que hacen posible establecer reducción o incremento en las variables en costos de producción.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

1. **BEHM, G.**, Los aminoácidos en la nutrición., 5 ed., Berlín., Alemania., Degussa., 1991., Pp 17, 29 ,27.
2. **BONDI, A.**, Nutrición animal., 3 ed., Madrid., España., Acriba., 1989., Pp 43 - 59, 80 - 100.
3. **COLNAGO, G.**, Cobb Broiler Nutrition Guide., 5 ed., Kansas., Estados Unidos de Norteamérica., Founder of future., 2003., Pp 88 – 91.
4. **CHURCH, D., Y OTROS.**, Fundamentos de nutrición y alimentación de animales., 2 ed., México DF., México., Limusa Wiley., 2002., Pp 98, 137 -142, 217 - 256.
5. **FLORES, J.**, Manual de alimentación animal., 3 ed., México DF., México., Limusa., 1993., Pp. 896 - 898.
6. **GERAERT, P.**, Concepts to determine amino acid requeriment for poultry., 11ed., Bremen., Germany.,

European Poultry Congress., 2002., Pp. 576.

7. **MAYNARD, L., Y OTROS.**, Nutrición animal., 7 ed., México DF., México., Limusa., 1989., Pp 109, 189 -191.
8. **LESLIE, E., Y OTROS.**, Producción avícola., 2 ed., Zaragoza., España., Acribia., 1968., Pp 194-199, 224- 239.
9. **PARK, W., Y WALDROUP, P.**, Formulación de raciones eficientes para aves de corral., 23 ed., Arkansas., Estados Unidos de América., Departamento de Ciencia Animal Universidad de Arkansas., 1981., Pp 125.
10. **ALLEMAN, J., Y OTROS.**, The effects of dietary protein independent of essential amino acids on growth and body composition in genetically lean and fat chickens., 8 ed., Londres., Inglaterra., British Poultry Science., 2000., Pp. 214-218.
11. **AVIAGEN.** Manual de manejo del pollo de carne ROSS 308., 6 ed., Wisconsin., Estados Unidos., Litocom., 2008., Pp 12 – 15

E-books

<http://www.ross@aviagen.es>

- 12. BERG, J., STRYER, L., Y TYMOCZKO, L.,** Bioquímica., 3ed., Barcelona., España., Reverte Facultad de Ciencias Veterinarias., 2008 ., Pp 612-615.

E-books

[http://es.wikipedia.org/wiki/AminoAcidos\\_esenciales](http://es.wikipedia.org/wiki/AminoAcidos_esenciales)

- 13. BUITRAGO, A., Y OTROS.,** El grano de soya en la alimentación de cerdos y aves., 2 ed., California., estados unidos de Norteamérica., Asociación Americana de la Soya (ASA)., 1992., Pp 65.

- 14.CHATTOPADHYAY, M., Y OTROS.,** Comparative efficacy of DL-metionine and herbal metionina on performance of broiler chicken.,Departament of Animal Nutrition., 11 ed., Bengal., India., West Bengal University of Animal and Fishery Sciences., 2006., Pp. 1034 - 1039.

- 15. DEN BOER, J., Y WESTENBERG, H.,** Comportamiento neuroendocrino, y los efectos bioquímicos de la administración de 5-hidroxitriptófano en el trastorno

de pánico., 12 ed., Boston., Estados Unidos de Norteamérica., Escuela de Psiquiatría Universidad Boston., 1990., Pp 267.

**16. FEDNA.,** Harina de pescado., 5 ed., Madrid., España., Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal., 2010., Pp 520  
E-books  
[http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_pisensos](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_pisensos).

**17. GARZON, V.,** La soya, principal fuente de proteína en la alimentación de especies menores., 2ed., Villavicencio., Colombia., Programa procesos agroindustriales CORPAICA., 2010., Pp 58.  
E-books.  
[http:// www.engormix.com](http://www.engormix.com)

**18. GIVENS, D., Y OTROS.,** The principals, practices and some future applications of near infrared spectroscopy for predicting the nutritive value of foods for animals and humans., 10 ed., Nueva York., Estados Unidos de Norteamérica., Nutrition Research Revs., 1997., Pp 83-114.  
E-books  
<http://creativecommons.org>

**19.GUERRERO, F.,** Resultados productivos al formular con proteína ideal y aminoácidos digestibles (formulación precisa) en cerdos., 3ed., Guatemala., Guatemala., Acriba., 2004., Pp 19 – 22.

E-books

<http://hnos.ebreu.com/Doc/resultados-productivos-al-formul.htm>

**20.HALDER, G., Y ROY, B.,** Effect of herbal or synthetic metionine on performance, cost benefit ratio, meat and feather quality of broiler chicken., 10 ed., Melle-Gontrode., Belgica., International Juornal of Agriculture Research., 2007., Pp 990 – 994.

E-books

<http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2007.987.996>

**21. KALBANDE, V., Y OTROS.,** Methionine supplementation options in poultry., 8 ed., Maharashtra., India., International Juornal of Poultry Science., 2009., Pp 588-591.

E-books

[http://International Juornal of Poultry Science\(2009\) 8\(6\):588-591](http://International Juornal of Poultry Science(2009) 8(6):588-591)

**22.KALINOWSKI, A., Y OTROS.,** Methionine and cystine

requeriments of slow and fast feathering broiler males from three to six weeks of age., 9ed., Lima ., Peru., Poultry Sci ., 2003., Pp 1428 - 1437.

E-books

**23. LARBIER, N., Y LECLERCQ, B.,** Nutrition and feeding of poultry., 9 ed., Nottingham., Inglaterra., University of Nottingham., 1992., Pp 305

E-books

<http://dx.doi.org/10.1590/>

**24. LESSON, S., CASTON, L., Y SUMMERS, J.,** Broiler response to diet energy., 75 ed., Los Angeles., Estados Unidos de Norteamerica., Poultry Science., 1996., Pp 529-535.

**25. LESSON, S., Y SUMMERS, J.,** Nutrition of the chicken., 4 ed., Ottawa., Canada., University books., 2001., Pp 243.

E-Boocks.

<http://www.aida-itea.org>.

**26. LEVILLAIN, O., Y OTROS.,** Arginine metabolism in cat kidney. 57 ed., Texas., estados Unidos de Norteamerica., Journal of Physiology., 1996., Pp



985

E-Boocks.

[http://www. nutrientes para el organismo/arginina](http://www.nutrientes para el organismo/arginina)

- 27. MUNOZ, F., Y CORONADO, C.,** Proteínas., 3 ed., Madrid., España., Acriba., 2002. Pp 76  
E-books  
[http://www. aula21.net/nutriweb/proteinas.](http://www. aula21.net/nutriweb/proteinas)

- 28. NATIONAL RESEARCH COUNCIL.,** Nutrient requirements of poultry., 9<sup>th</sup> ed., Washington DC., Unites States of America., National Research Council editions., 1994., Pp 155.  
E-boocks.  
<http://www. nrc.com>

- 29. NELSON, D.,** Principles of biochemistry., 15 ed., New York., Estados Unidos de Norteamerica., Worth Publishing., 2000. Pp 153-156.  
E-boocks.  
<http://www.rdnattural.es/plantas-y-nutrientes-para-el-organismo/aminoacidos/lisina/>

- 30. ORELLANA, J.,** El sector avícola en Ecuador, actualización., 12 ed., Quito., Ecuador., Conave., 2012. Pp 1.

E-boooks.

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador>

- 31. PACK, M.,** Últimos avances en los sistemas de validación de aminoácidos para alimentación de aves., Degussa., Hanau., Alemania., 2003., Pp 185 - 192.

E-books

<http://www.etsia.upm.es/fedna>

- 32. ROSTAGNO, H.,** Tablas brasileiras para aves e suínos. composição de alimentos e exigências nutricionais., 6 ed., Viçosa., Brasil., Departamento de Zootecnia, Universidad Federal de Viçosa., 2000., Pp 141.

E-books

[http://www. requerimientos nutricionales/fedna](http://www.requerimientos nutricionales/fedna)

- 33. VOLNEI, S.,** Actualización de la nutrición de pollos de engorde., 25 ed., Porto Alegre., Brasil., Universidad Federal do Rio Grande do Sul., 2004., Pp. 306 - 354.

E-books

<http://www.engormix.com/nuevo/prueba/colaboracion es.asp>

- 34. WALDROUP, P.,** Dietary nutrient allowances for chickens and

turkeys., 6 ed., Arkansas., Estados Unidos de Norteamérica., Feedstuffs Reference Issue Buyers Guide., 2002., Pp 44-50.

E-books

<http://www.engormix.com/Articles/View.aspx?id=306>

**35.ALMEIDA, P.,** Estudio de la factibilidad para la instalación de un plantel avícola en la zona de El Quinche., Universidad Tecnológica Equinoccial., Facultad de Ciencias Económicas., Escuela de Ingeniería de Empresas., Quito., Ecuador., Tesis., 2002., Pp 17

E-books

<http://www.repositoriotesis.ute.edu.ec>

**36.ANDRADE, V.,** Evaluación del efecto de la enzima ALLZYME – SSF (Solid State Fermentation) en dietas para inicial, crecimiento y engorde de pollos Cobb 500 y Ross 308., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Facultad de Ciencias Pecuarias., Escuela de Ingeniería Zootécnica., Riobamba., Ecuador., Tesis., 2011., Pp 22 – 25.

**37.ASQUI, C.,** Valoración de la energía verdadera y de la producción en pollos de ceba alimentados con diferentes niveles de NuPro<sup>TM</sup>., Escuela Superior

Politécnica de Chimborazo., Facultad de Ciencias Pecuarias., Escuela de Ingeniería Zootécnica., Riobamba., Ecuador., Tesis., 2010., Pp 33.

**38.CEVALLOS, N.,** Efecto de tres prebióticos en cría y acabado de pollos de carne., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Facultad de Ciencias Pecuarias., Escuela de Ingeniería Zootécnica., Riobamba., Ecuador., Tesis., 1999. Pp 12, 19.

**39.GUEVARA, M.,** Efecto del acondicionamiento de calor (32, 36, 37 y 38 °C) sobre los parámetros productivos del pollo., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Instituto de Postgrado y Educación Continua., Riobamba., Ecuador., Tesis., 2013. Pp 56, 62- 71.

**40.MANYA, D.,** Respuesta a la exposición de dos tipos de color de luz y su intensidad lumínica sobre el desempeño productivo del pollo de engorde., Universidad Central del Ecuador., Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Quito., Ecuador., Tesis., 2013., Pp 35.

E-books

<http://www.dspace.uce.edu>

**41. OSEJOS, P.,** Plan de manejo ambiental para la empresa Ip Macelo Pacheco cia Ltda (La Pradera)., Escuela Politécnica Nacional., Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria., Quito., Ecuador., Tesis., 2009., Pp 7, 14.

E-books

<http://www.bibdigital.epn.edu.es>

**42.PAZMINO, A.,** Análisis comparativo del rendimiento de los pollos de engorde en la vía a la costa por efecto del suministro de alimento balanceado preinicial en su dieta., Escuela Superior Politécnica del Litoral., Facultad Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción., Escuela de Ingeniería Agropecuaria., Guayaquil., Ecuador., Tesis., 2007., Pp 43- 45.

E-books

<http://www.dspace.espol.edu.es>

**43.VINUEZA, D.,** Efecto del acondicionamiento térmico sobre los parámetros productivos de pollos broilers de la línea cobb 500., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Facultad de Ciencias Pecuarias., Escuela de Ingeniería Zootécnica., Riobamba., Ecuador., Tesis., 2013. Pp 83, 86, 90.

## **X. ANEXOS**